EA - I - ØØ1

¡De vez en cuando pasará lista!

Habrá parciales → 2 del punto crítico } no es seguro
1 del 555

↳ Cada uno valdrá 5 puntos

↳ Sólo podrá hacerlos la gente que venga habitualmente

Hay que hacer 5 trabajos a través de Moodle

↳ *.doc o *.pdf → no se puede escanear

↳ simulación en PSpice (guitar el fichero *.dat)

↳ Cada uno puntúa 3 puntos

Las prácticas empiezan el día 20. Hay tablas en la puerta del Laboratorio de TE

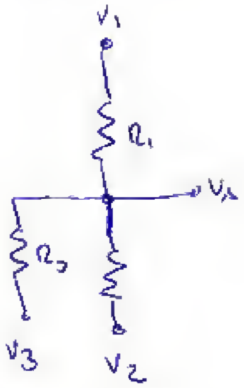
↳ Si no se aprueban las prácticas, no se aprueba la asignatura.

Lunes → 17:ØØ - 19:ØØ y 20:ØØ - 21:ØØ

Despacho → junto a reprografía. penúltima puerta.

Martes → 17:ØØ - 18:ØØ

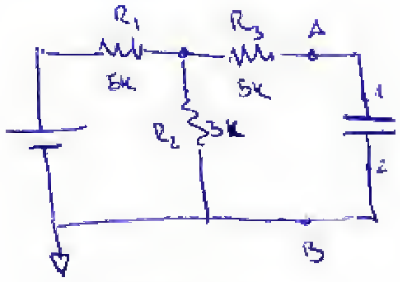
Miércoles → 16:ØØ - 18:ØØ

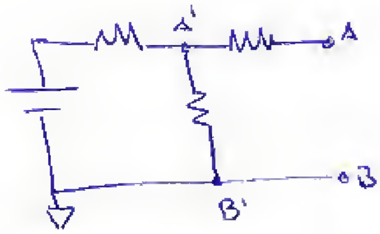


$$V_A = V_1 \frac{R_2 // R_3}{R_1 + (R_2 // R_3)} + V_2 \frac{R_1 // R_3}{R_2 + (R_1 // R_3)} + V_3 \frac{R_1 // R_2}{R_3 + (R_1 // R_2)}$$

! Divisor de tensión

THEVENIN





Para calcular R_{TH}

! Generadores de tensión: cortocircuitados

! Generadores de corriente: circuito abierto

$V_{TH} = V_{AB}\big|_{CA}$

$V_{A'A} = V_{A'} - V_A = I \cdot R_3 = \emptyset R_3$

$V_{A'A} = \emptyset \rightarrow V_{A'} = V_A$

$R_{TH} = R_3 + (R_1 // R_2) = 5k + 2'5k = 7'5k$

$V_{TH} = V_A - V_B = V_{A'} - V_{B'} = V_{A'} - \emptyset = V_{A'} = V_{cc} \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 10V \frac{5k}{5k + 5k} = 5V$

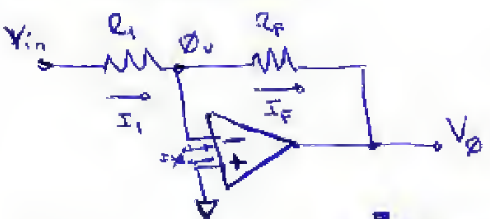
! Para Norton, hay que cortocircuitar los puntos A y B, en vez de dejarlo abierto, y calcular la corriente que circula por ese cable. R_{TH} y R_{Norton} se calculan de la misma forma.

$I_1 = I \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$

$I_2 = I \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$

! Divisor de corriente

Operacionales



$I_1 = \frac{V_{in} - \emptyset}{R_1}$ $\quad I_F = \frac{\emptyset - V_\emptyset}{R_F}$

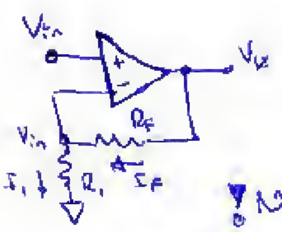
$I_1 = I_F$

$\frac{V_{in}}{R_1} = \frac{-V_\emptyset}{R_F} \Rightarrow \boxed{V_\emptyset = V_{in}\left(-\frac{R_F}{R_1}\right)}$

$\hookrightarrow \frac{V_\emptyset}{V_{in}} = \frac{R_F}{R_1}$

$V_+ = V_-$

! Inversor



$I_1 = \frac{V_{in} - \emptyset}{R_1}$ $\quad I_F = \frac{V_\emptyset - V_{in}}{R_F}$

$I_1 = I_F$

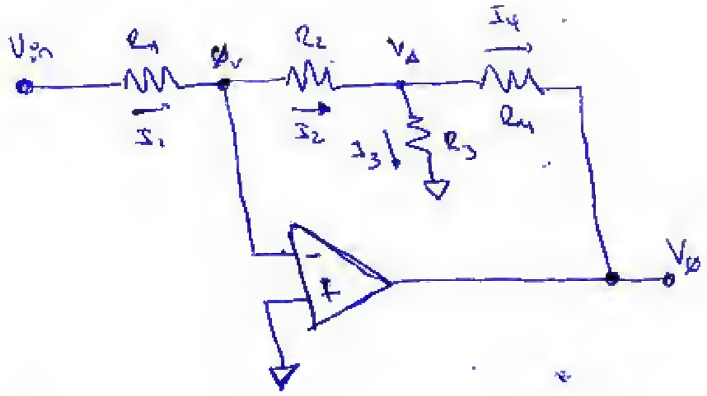
$\frac{V_{in}}{R_1} = \frac{V_\emptyset - V_{in}}{R_F}$

$\frac{V_{in}}{R_1} = \frac{V_\emptyset}{R_F} - \frac{V_{in}}{R_F}$

$\boxed{V_\emptyset = V_{in}\left(1 + \frac{R_F}{R_1}\right)}$

! No inversor

EA - I - 003



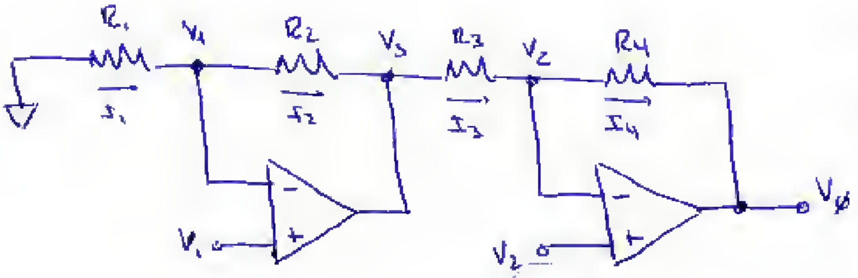
$$I_1 = \frac{V_{in} - 0}{R_1}$$

$$I_2 = \frac{0 - V_A}{R_2} \qquad I_1 = I_2$$

$$I_3 = \frac{V_A - 0}{R_3} \qquad I_2 = I_3 + I_4$$

$$I_4 = \frac{V_A - V_0}{R_4}$$

$$\frac{V_{in}}{R_1} = -\frac{V_A}{R_2} \qquad \frac{-V_A}{R_2} = \frac{V_A}{R_3} + \frac{V_A - V_0}{R_4}$$



$$I_1 = I_2$$

$$I_3 = I_4$$

! En la salida de un operacional tengo que tener en cuenta la corriente que éste toma o entrega.
Si es ideal, en las entradas sí podemos tomar $I = 0$, pero nunca en la salida.

$$V_S = V_1 \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$

! Por tratarse de un montaje no inversor (la primera parte)

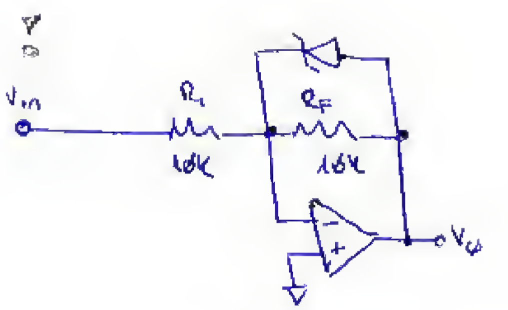
Aplicamos superposición en la segunda parte:

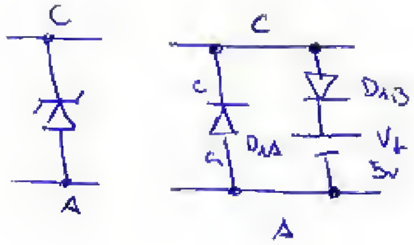
$+$

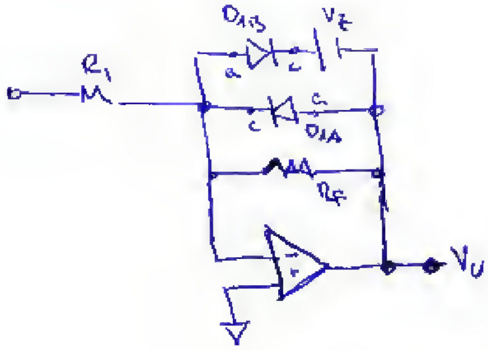
$$V_{0S} = V_S \left(-\frac{R_4}{R_3}\right) \qquad V_{02} = V_2 \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right)$$

$$V_0 = V_{0S} + V_{02} = V_S \left(-\frac{R_4}{R_3}\right) + V_2 \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) = V_1 \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)\left(-\frac{R_4}{R_3}\right) + V_2 \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right)$$

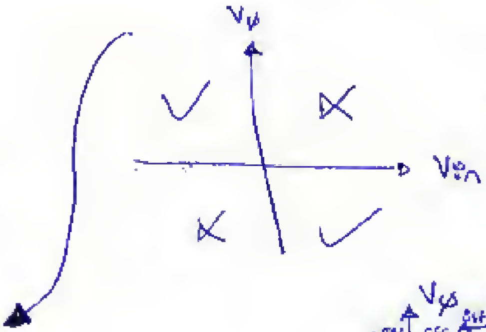
EA - I - ØØ4



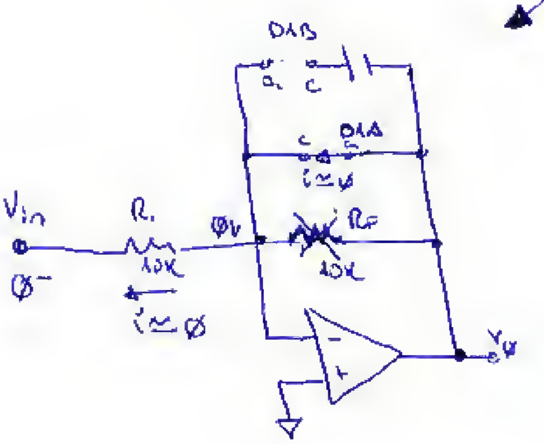


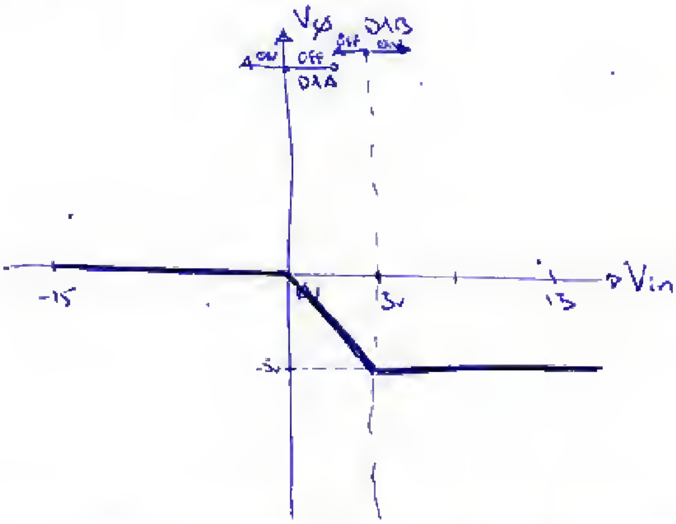


Punto crítico D1A: $V_{in} = \emptyset^-$ D1B ⇒ OFF

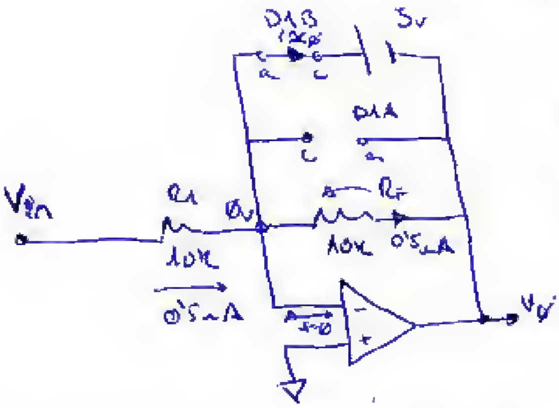


Por ser inversor





Punto crítico D1B: $V_{in} = 5V$ D1A ⇒ OFF



$I_{RF} = \frac{5V}{10k\Omega} = 0'5mA$

$V_{in} - \emptyset = 0'5mA \cdot 10k\Omega = 5V$

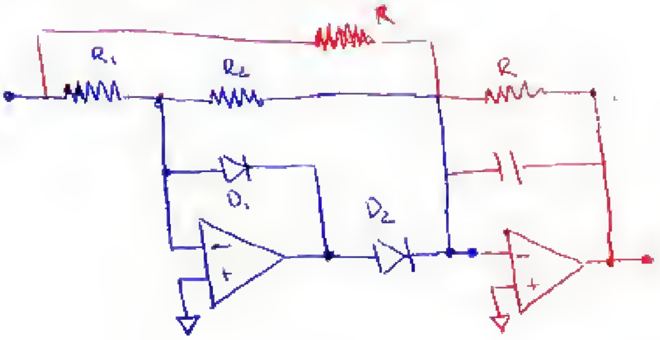
$-15 < V_{in} < \emptyset$ D1A ON, D1B OFF $V_\emptyset = \emptyset V$

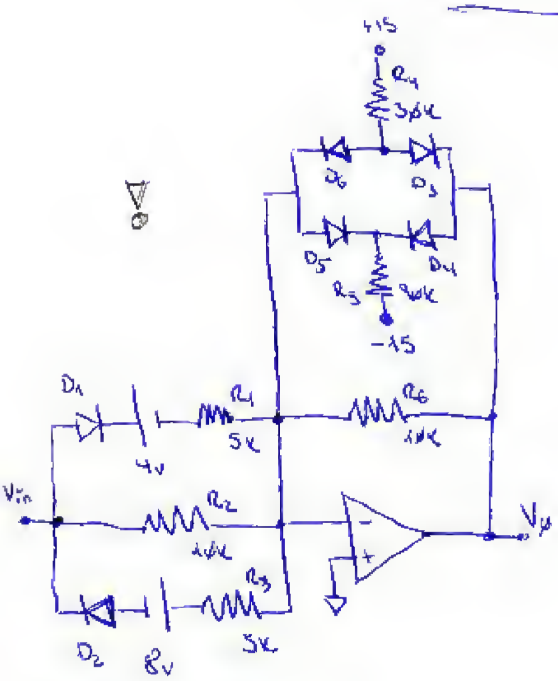
$\emptyset < V_{in} < 5$ D's OFF $V_\emptyset = V_{in}\left(-\frac{R_F}{R_1}\right) = -V_{in}$

$5 < V_{in} < 15$ D1A OFF, D1B ON $V_\emptyset = -5V$

EA - I - 005

Rectificador de precisión





Punto crítico D1

$V_{in} = 4V$ D2: OFF

! Al estar en punto crítico, la corriente a través de la rama de D1 es casi nula, por lo que no encontramos caída de tensión en D1, la fuente nos da la diferencia de potencial.

! Suponiendo D2 OFF, vemos que hay 4V en su cátodo y -8V en su ánodo, por lo que es correcto.

Punto crítico D2

$V_{in} = -8V$ D1: OFF

! Seguimos el mismo procedimiento que en el caso anterior.

Punto crítico D3 y D5

$I_{R4} = \frac{15}{30k} = 0'5mA$

! Puesto que D3 está en punto crítico, esta corriente circula a través de D6.

$V_{in} = -10k \cdot 0'5mA = -5V$

D1: OFF D2: OFF

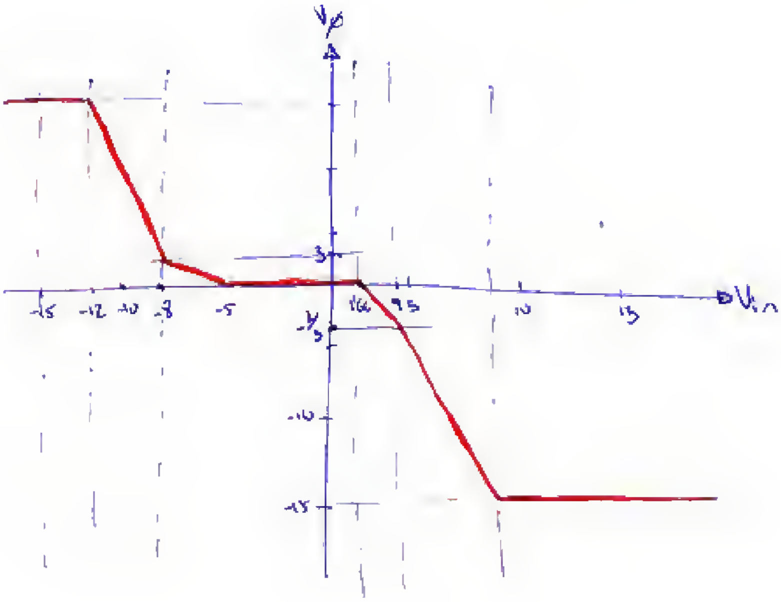
! Suponemos D1 y D2 OFF y calculamos V_{in}. Comprobamos que la suposición es correcta.

Punto crítico D4 y D6

$I_{R5} = \frac{15V}{90k} = 0'1\hat{6} mA$ $V_{in} = 10k \cdot 0'1\hat{6} = 1'\hat{6} V$

D1: OFF D2: OFF

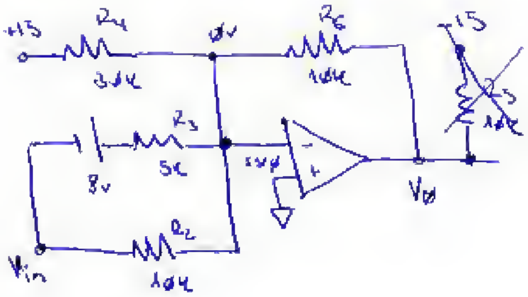
! Seguimos el mismo procedimiento que en el caso anterior, pero esta vez la corriente circula a través de D5.



EA - I - 006

-15 < Vin < -8 D_2, D_4, D_6 ON

! En la ecuación de un inversor el valor de la rampa tiene que ser negativo



$$V_0 = 15\cdot\left(-\frac{R_6}{R_4}\right) + (V_{in}+8)\left(-\frac{R_6}{R_3}\right) + V_{in}\left(-\frac{R_6}{R_2}\right)$$

$$= \boxed{-3V_{in} - 21}$$

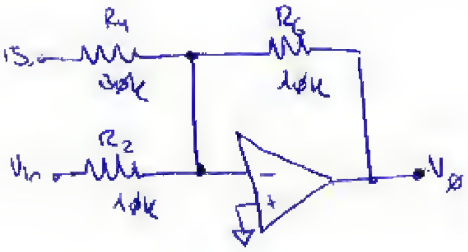
$+15 = -3V_{in} - 21 \longrightarrow V_{in} = -12V$

$V_0 = -3(-8) - 21 \longrightarrow V_0 = +3v$ OK

Para conseguir un segundo punto de la recta, cogemos el punto crítico más cercano. En este caso, -8 para Vin.

! En el examen, hay que comprobar si en algún punto entre -15 y +15 el amplificador entra en saturación

-8 < Vin < -5 D_4, D_6 ON



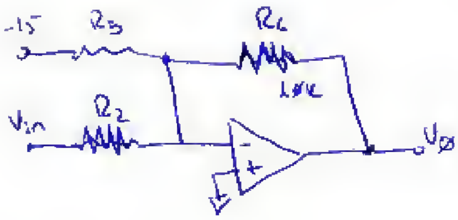
$$V_0 = 15\cdot\left(-\frac{R_6}{R_4}\right) + V_{in}\left(-\frac{R_6}{R_2}\right)$$

$$= \boxed{-V_{in} - 5}$$

$V_0 = -(-8) - 5 \longrightarrow V_0 = +3v$

$V_0 = -(-5) - 5 \longrightarrow V_0 = 0v$ OK

1'66 < Vin < 4 D_3, D_5 ON

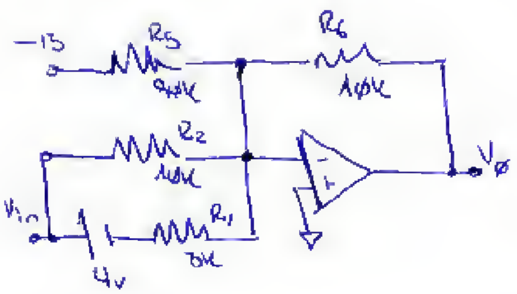


$$V_0 = \boxed{-V_{in} + 5/3}$$

$V_0 = -1'66 + 5/3 \longrightarrow V_0 = -1'66 + 5/3\ V$

$V_0 = -4 + 5/3 \longrightarrow V_0 = -7/3\ V$

4 < Vin < 15v

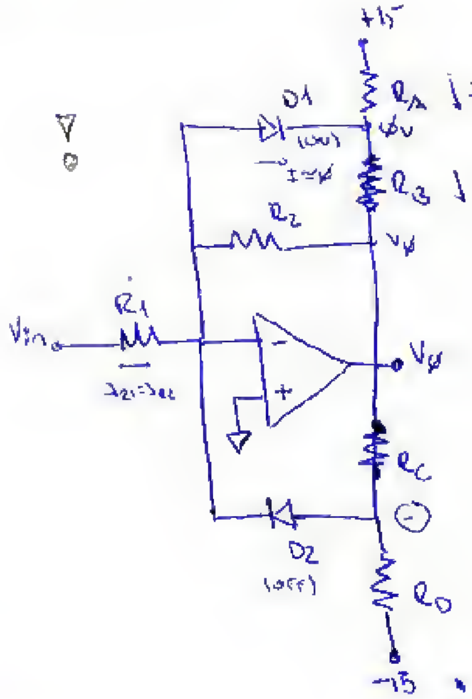


$$V_0 = \boxed{-3V_{in} + \frac{29}{3}}$$

$V_0 = -3\cdot 4 + \frac{29}{3} \longrightarrow V_0 = -7/3\ V$

$-15 = -3V_{in} + \frac{29}{3} \longrightarrow V_{in} = 8'22\ V$

EA-I-ØØ7



Punto crítico D1

$$\frac{15-Ø}{R_A} = I_{RA} \Rightarrow I_{RA} = \frac{15}{R_A} = I_{RB}$$

Pequeño sat.: $R_B < R_A$

$$\frac{Ø - V_Ø}{R_B} = I_{RB} \simeq I_{RA} \Rightarrow \frac{-V_Ø}{R_B} = \frac{15}{R_A} \Rightarrow V_Ø = -15\frac{R_B}{R_A}$$

$$I_{R2} = \frac{Ø - V_Ø}{R_2} = -\frac{V_Ø}{R_2} = -\frac{1}{R_2}\left(-15\frac{R_B}{R_A}\right) = 15 \cdot \frac{R_B}{R_A} \cdot \frac{1}{R_2}$$

$I_{R1} = I_{R2}$ $\quad V_{in} - Ø = I_{R1} \cdot R_1 = I_{R2} \cdot R_1$

$$V_{in} = 15\frac{R_B}{R_A} \cdot \frac{R_1}{R_2}$$

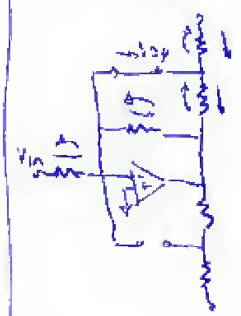
! Utilizar +1Ø y -1Ø en vez de +15 y -15

R_A: 1Øk $\quad R_C$: 1k $\quad R_1$: 1Øk

R_B: 1k $\quad R_0$: 1Øk $\quad R_2$: 1ØØk

Puntos críticos: +0'1 y -0'1.

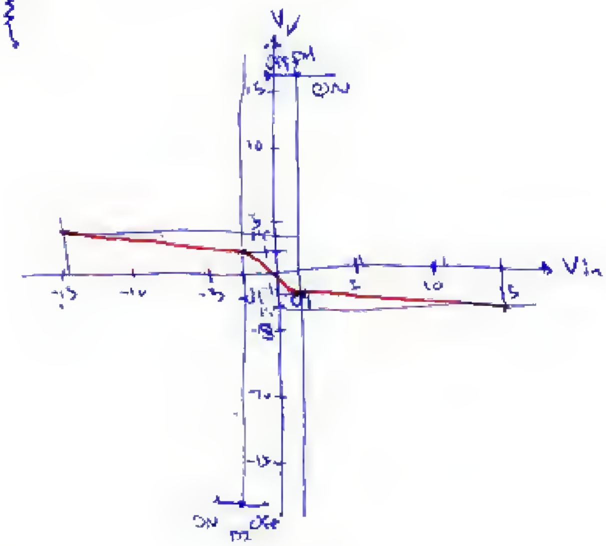
Punto crítico D1



$V_Ø = 1Ø - 1Øk \cdot 1mA - 1k \cdot 1mA = -1V$

$V_{in} = \frac{V_Ø}{1ØØk} \cdot 1Øk = Ø$ $\quad \boxed{V_{in} = 1ØØmV}$

D2: OFF



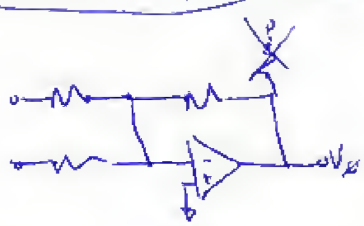
Punto crítico D2

$V_Ø = -1Ø + 1Øk \cdot 1mA + 1k \cdot 1mA = 1V$

$V_{in} + 1Øk \cdot \frac{V_Ø}{1ØØk} = Ø$ $\quad \boxed{V_{in} = -1ØØmV}$

D1: OFF

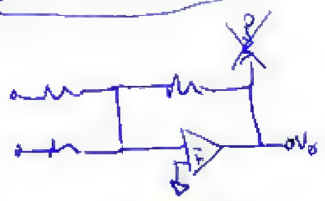
$-15 < V_{in} < -Ø'1$ $\quad$ D2 ON



$$V_Ø = V_{in}\left(-\frac{1ØØk // 1k}{1Øk}\right) + (-1Ø)\left(-\frac{1ØØk // 1k}{1Øk}\right)$$

$$V_Ø = \boxed{-Ø'1 V_{in} + 1}$$

$Ø'1 < V_{in} < 15$



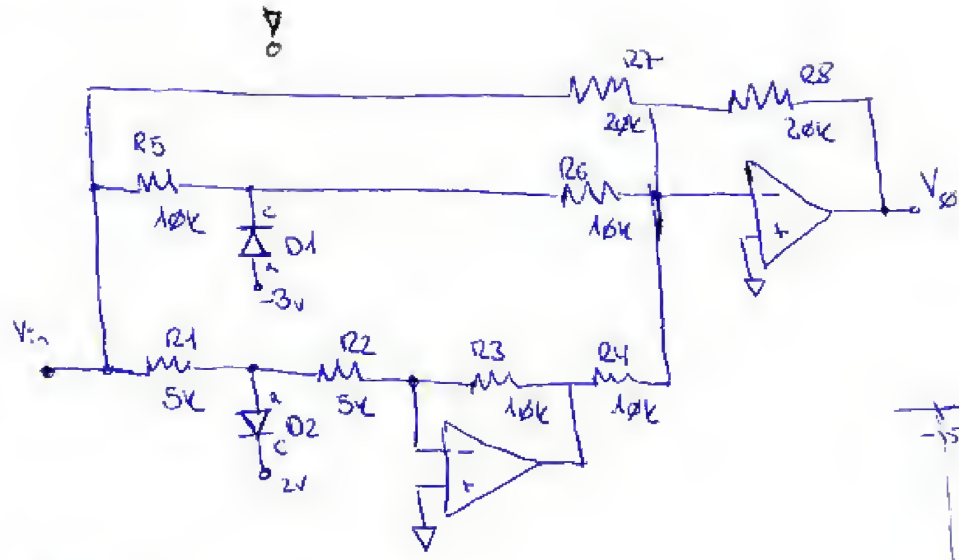
$$V_Ø = V_{in}\left(-\frac{1ØØk // 1k}{1Øk}\right) + (+1Ø)\left(-\frac{1ØØk // 1k}{1Øk}\right)$$

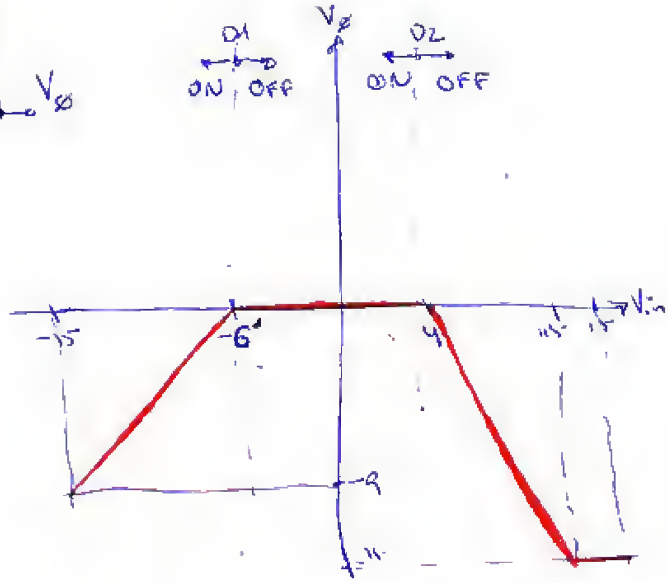
$$V_Ø = \boxed{-Ø'1 V_{in} - 1}$$

$-Ø'1 < V_{in} < Ø'1$

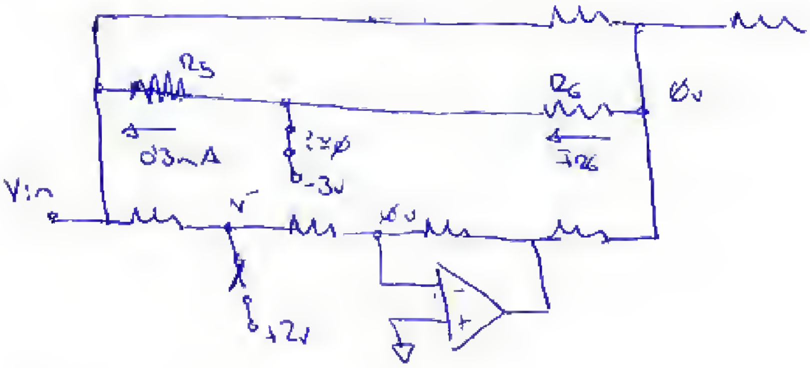
$$V_Ø = V_{in}\left(-\frac{1ØØk}{1Øk}\right) = \boxed{-1Ø V_{in}}$$

EA-I-008





Punto crítico de D1



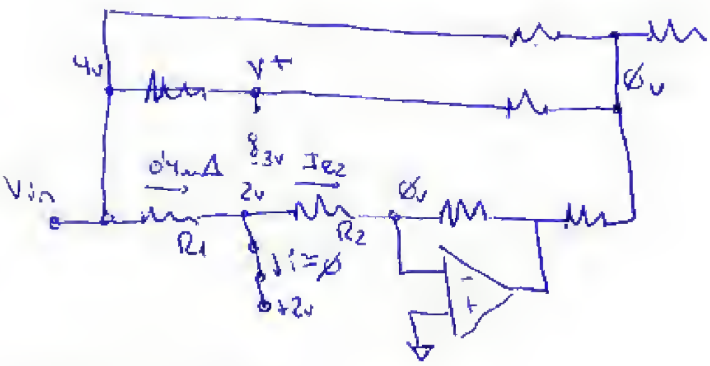
$$I_{R6} = \frac{0-(-3v)}{10k} = 0'3\,mA$$

$$-3 - V_{in} = 0'3\,mA \cdot R5 = 0'3\,mA \cdot 10k = 3V$$

$$-3 - V_{in} = 3V \Rightarrow \boxed{V_{in} = -6V}$$

D2 OFF

Punto crítico de D2



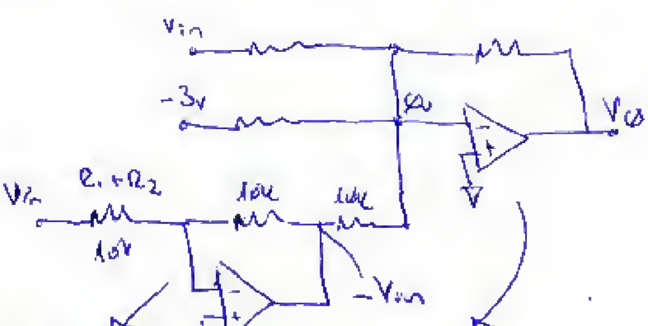
$$I_{R2} = \frac{2v - 0}{5k} = 0'4\,mA$$

$$V_{in} - 2_v = 0'4\,mA \cdot R1 = 0'4\,mA \cdot 5k = 2V$$

$$V_{in} - 2v = 2V \Rightarrow \boxed{V_{in} = 4V}$$

D1 OFF

$-15 < V_{in} < -6$ D1 ON



Es un inversor $G = 10k/10k$

Es un sumador inverso

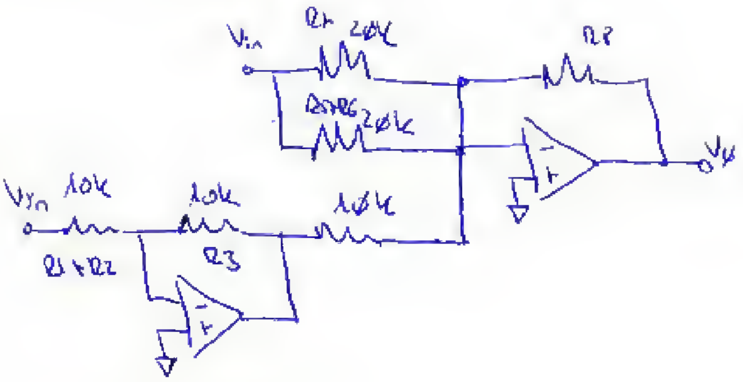
$$V_0 = V_{in}\left(-\frac{R8}{R7}\right) + (-3)\left(-\frac{R8}{R6}\right) + (-V_{in})\left(-\frac{R8}{R4}\right)$$

$$\boxed{V_0 = V_{in} + 6}$$

$-15 = V_{in} + 6$ $V_{in} = -21$ No hay saturación

EA - I - ØØ9

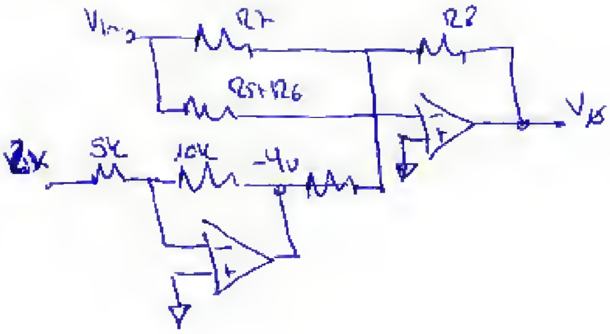
$-6 < V_{in} < 4$



$$V_\varnothing = V_{in}\left(-\frac{R8}{R7}\right) + V_{in}\left(-\frac{R8}{R5+R6}\right) + (-V_{in})\left(-\frac{R8}{R4}\right)$$

$$V_\varnothing = \varnothing V$$

$4 < V_{in} < 15$ D2 ON

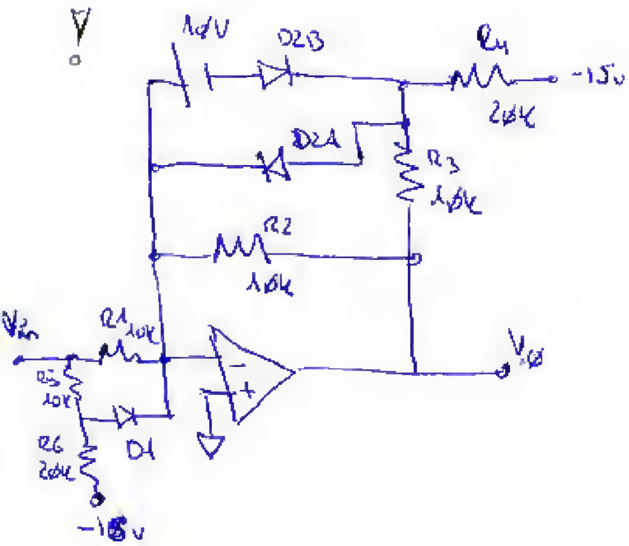


$$V_\varnothing = V_{in}\left(-\frac{R8}{R7}\right) + V_{in}\left(-\frac{R8}{R5+R6}\right) + (-4)\left(-\frac{R8}{R4}\right)$$

$$V_\varnothing = -2V_{in} + 8$$

$-15 = -2V_{in} + 8 \Rightarrow V_{in} = 11'5V$! Hay saturación

$4 = -2V_{in} + 8 \Rightarrow V_{in} = \varnothing V$



Punto crítico D1

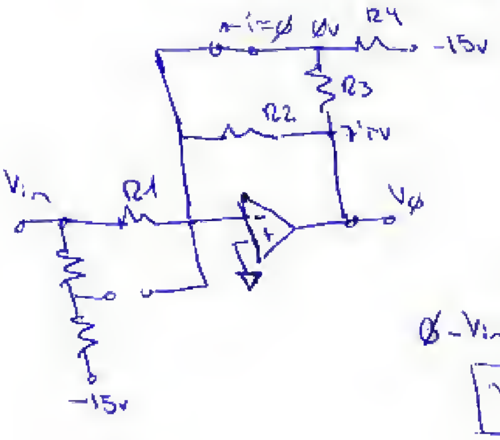
$$I_{R6} = \frac{\varnothing - (-18)}{R6} = \frac{15V}{20k} = 0'75mA$$

$$I_{R5} = \frac{V_{in} - \varnothing}{R5} \Rightarrow V_{in} = I_{R5} \cdot R_5 \simeq I_{R6} \cdot R_5$$

$$\simeq 0'75mA \cdot 10k = 7'5V$$

$\boxed{V_{in} = 7'5V}$

Punto crítico D2A



$$I_{R4} = \frac{\varnothing - (-15)}{R4} = 0'75mA$$

$$V_\varnothing - \varnothing = 0'75mA \cdot R3$$

$$V_\varnothing = 7'5V$$

$$I_{R2} = \frac{7'5 - \varnothing}{10k} = 0'75mA$$

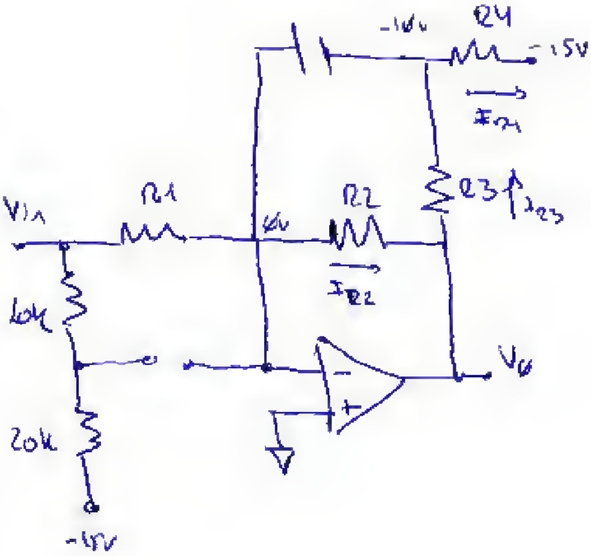
$\varnothing - V_{in} = 0'75mA \cdot R_1 = 0'75mA \cdot 10k = 7'5V$

$\boxed{V_{in} = -7'5V}$

D1 OFF
D2B OFF

EA - I - 010

Punto crítico D2B



$I_{R4} = \frac{-10-(-15)}{R4} = \frac{5V}{20k} = 0'25\,mA$

$\frac{V_0 - (-10)}{R3} = 0'25\,mA$ $\quad V_0 = -7'5\,V$

$I_{R2} = \frac{0-(-7'5)}{R2} = 0'75\,mA$

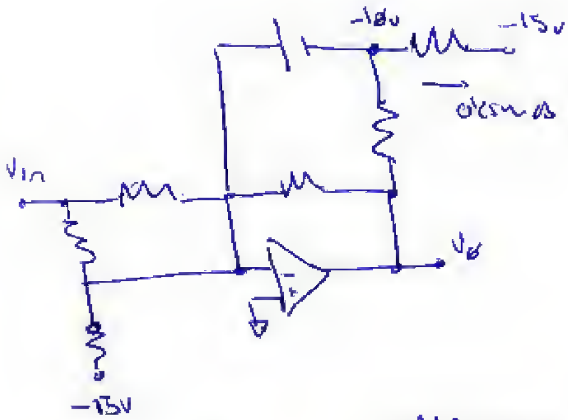
D1 OFF
D2A OFF

Si D1 OFF

$V_{in} - 0 = 0'75\,mA \cdot 10k = \boxed{7'5V}$

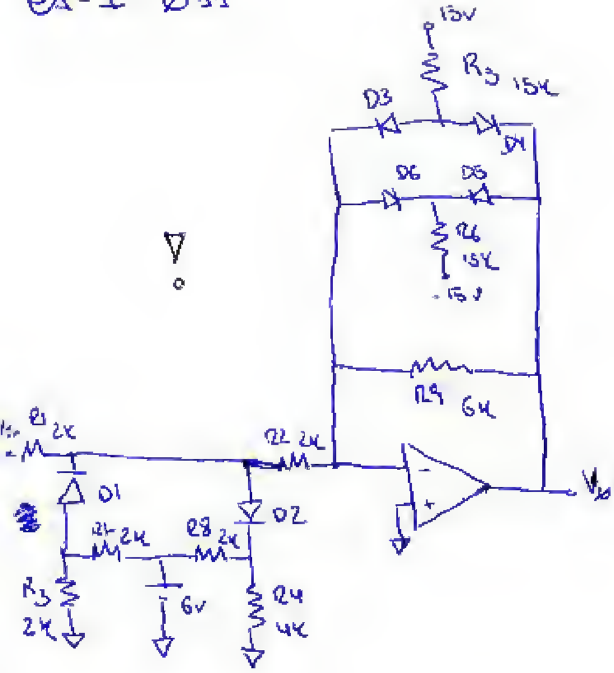
$V_a = 7'5 \cdot \frac{20k}{30k} - 15\,\frac{10k}{30k} = \frac{150}{30} - \frac{150}{30} = 0V$

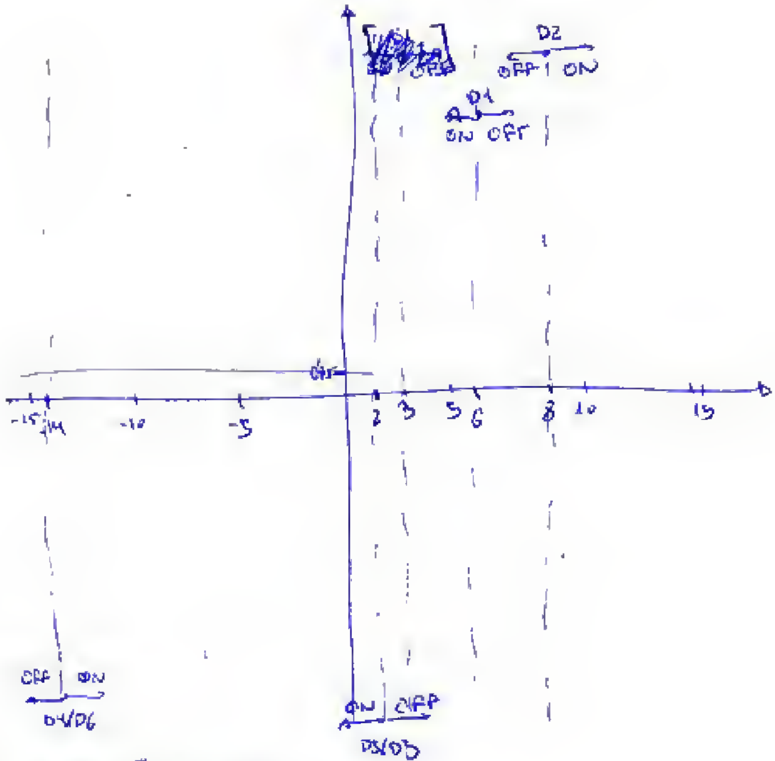
$7'5 < V_{in} < 15$ D1, D2B ON



$V_0 = -V_{in}$

EA-I-011





Punto crítico D1

$I_{R2} = \frac{3V}{2k} = 1'5mA$ $\quad V_{in} - 3V = 1'5mA \cdot 2k = \boxed{3V}$ $\quad V_{in} = \boxed{6V}$ D2: OFF

Punto crítico D2

$I_{R2} = 2mA$ $\quad V_{in} - 4V = 2mA \cdot 2k = 4V$ $\quad V_{in} = \boxed{8V}$ D1: OFF

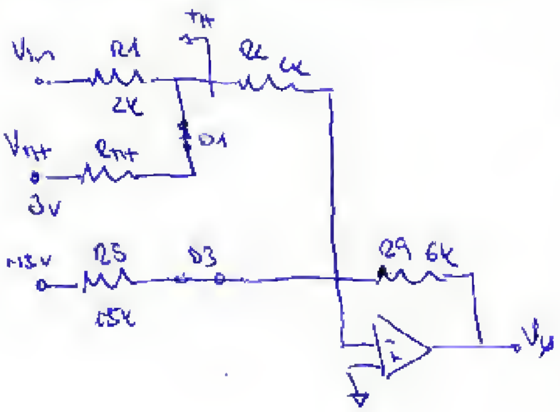
Punto crítico D3, D5

$I_{R5} = \frac{15V}{15k} = 1mA$ $\quad I_{R6} = \frac{15V}{15k} = 1mA$ $\quad V_{in} = \boxed{2V}$ D1, D4, D6: ON D2: OFF

Punto crítico D4, D6

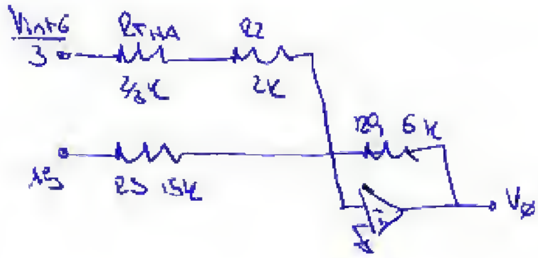
$-V_a = 1mA \cdot 2k = 2V$ $\quad V_a = -2V$ $\quad -2V - V_{in} = 6mA \cdot 2k = 12V$ $\quad V_{in} = \boxed{-14V}$ D1, D3, D5: ON D2: OFF

$-15 < V_{in} < -14$ D1, D3, D5 ON



$$V_{THA} = V_{in} \frac{R_{TH1}}{R_{TH1} + R_1} + V_{TH1} \frac{R_1}{R_{TH1} + R_1} = \frac{V_{in} + 6}{3}$$

$$R_{THA} = R_{TH1} // R_1 = 2k // 1k = \frac{2}{3}k = 0'6k$$



EA-I-Ø12

$V_\emptyset = V_{TH1}\left(-\frac{R9}{R_2+R_{TH1}}\right) + 15\left(-\frac{R9}{R_5}\right)$

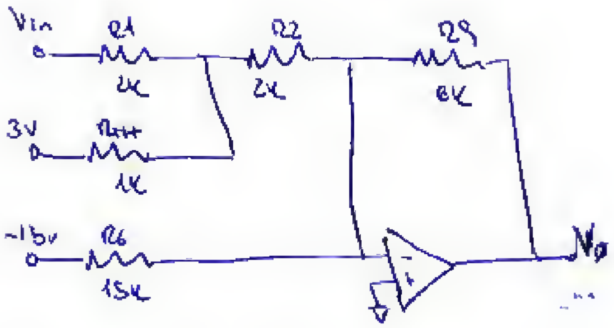
$V_\emptyset = \boxed{-\emptyset'25\,V_{in} - 1\emptyset'5\,V}$

$15 = -\emptyset'25V_{in} - 1\emptyset'5 \rightarrow V_{in} = 25'5$ } No hay saturación

$V_\emptyset = -\emptyset'25\cdot(-13) - 1\emptyset'5 = \emptyset'25V$

$V_\emptyset = -\emptyset'25\cdot(-14) - 1\emptyset'5 = \emptyset V$

$2 < V_{in} < 6$ D1, D4, D6 ON



$V_\emptyset = -\emptyset'75\,V_{in} + 1'5$

$V_\emptyset = -\emptyset'75\,(2) + 1'5 = \emptyset V$

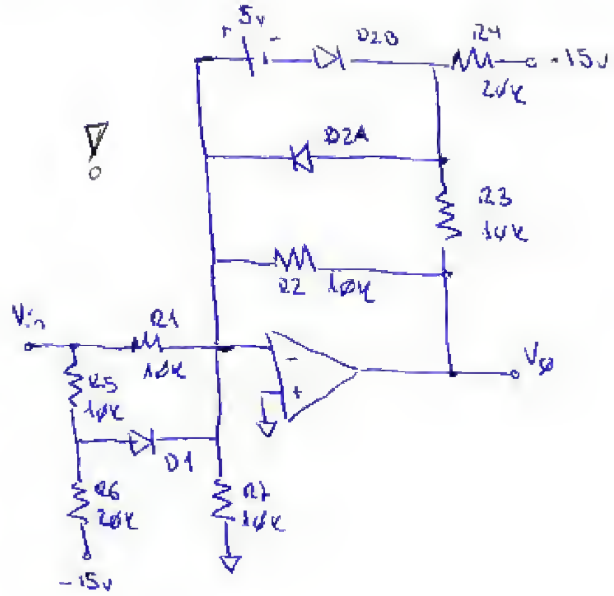
$V_\emptyset = -\emptyset'75(6) + 1'5 = -3V$

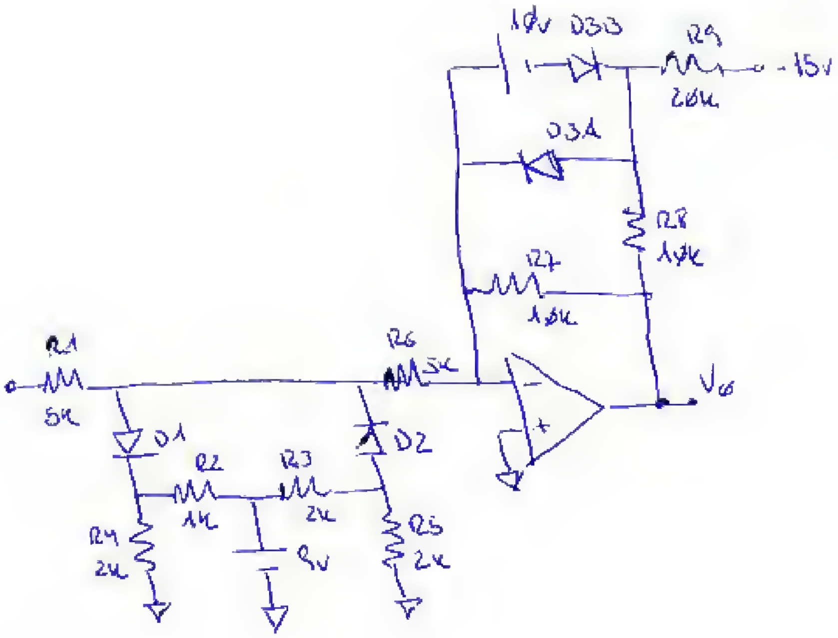
$6 < V_{in} < 8$

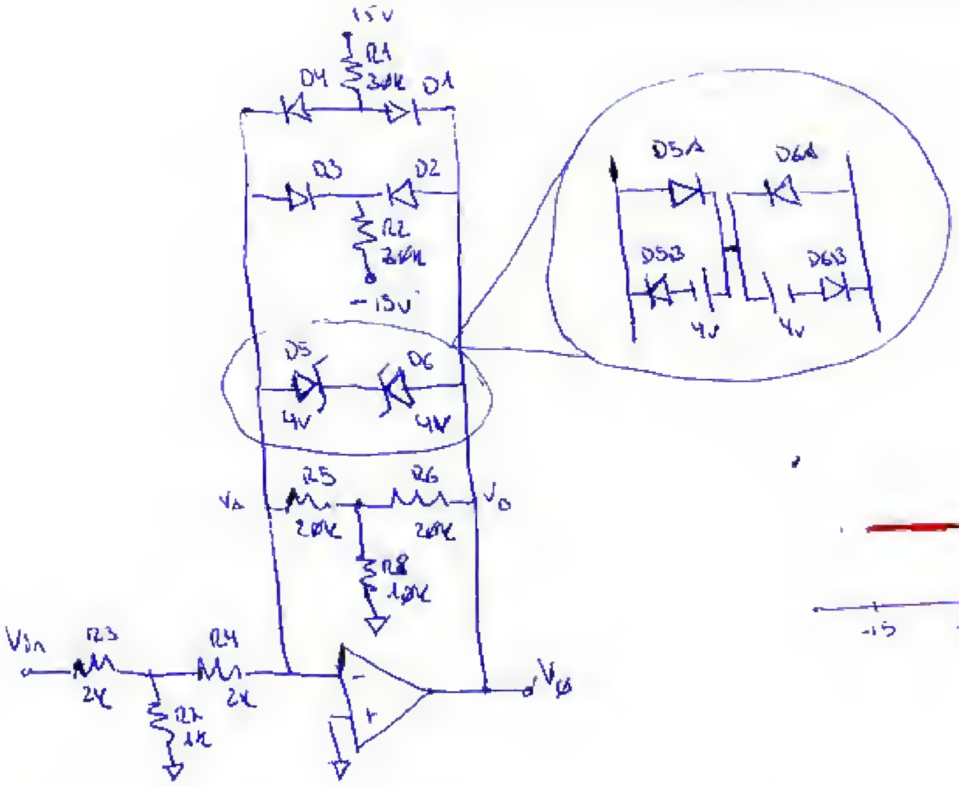
$V_\emptyset = -1'5\,V_{in} + 6$

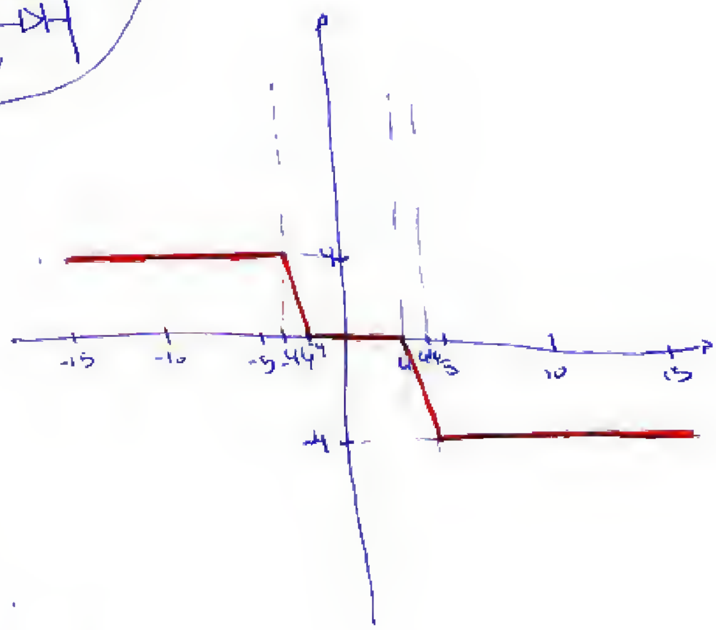
$8 < V_{in} < 13$

$V_\emptyset = -\frac{6}{7}V_{in} + \frac{6}{7}$









Punto crítico D1 y D3

Como la tensión en bornes de los dos diodos zener es 0, no pueden estar conduciendo. Es necesaria una fuente externa para que haya polarización. Por lo tanto D5A, D5B, D6A y D6B están OFF.

$$V_x = V_A \frac{R_2 // R_3}{R_1 + (R_2 // R_3)} + V_B \frac{R_1 // R_3}{R_2 + (R_1 // R_3)}$$

$I_{R1} = \frac{15}{30k} = 0'5mA$

$I_{R7} = \frac{1}{1k} = 1mA$

$I_{R3} = I_{R1} + I_{R7} = 1'5mA$

$V_{in} = -1 - 1'5mA \cdot 2k = -4V$

Como la corriente a través de R5 es 0, por R4 circulará la corriente que viene de R2.

E1 - I - Ø14

Punto crítico D2 y D4

- Con los diodos zener, sucede lo mismo, luego, D5A, D5B, D6A, D6B estarán OFF.
- Al ser simétrico al caso anterior, tendremos los mismos valores para las corrientes, pero en sentido contrario. Por lo tanto, el punto crítico también será simétrico:

$$V_{in} = 4V$$

- En un circuito puerta con diodos SIEMPRE conduce una pareja y la otra no.
- Ahora sí hay corriente a través de R5, por lo que la corriente a través de R2 no circula a través de R4. Tenemos que aplicar Kirchoff.

$$V_A = -4 \cdot \frac{R5 // R8}{R6 + (R5 // R8)} = -1V$$

$$I_{R5} = \frac{0-(-1V)}{R5} = \frac{1V}{20k} = 0'05 mA$$

$$I_{R4} = 0'5mA + 0'05mA = 0'55mA$$

$$I_{R7} = \frac{1'1V}{1k} = 1'1 mA$$

$$I_{R3} = I_{R4} + I_{R5} = 1'65 mA$$

$$V_{in} = 2 \cdot 1'65 + 1'1 = 4'4 V$$

Punto crítico D5A (* y D6B)

- D5B estará OFF, por tratarse de un zener.
- La corriente a través de D5B no puede circular por D6A, porque iría en sentido contrario. Por lo tanto, esa corriente circulará por D6B.

D6A OFF ; D6B ON

- Como la corriente por D5A es ≃ Ø, la corriente por D6B también será ≃ Ø. Tenemos que este es también el punto crítico de D6B.*
- Suponemos que D1 y D3 ON y D2 y D4 OFF. Comprobamos que es correcto porque D2 tiene Øv en el cátodo y -4v en el ánodo.
- Suponemos que D1 y D3 OFF y D2 y D4 ON. Comprobamos que NO es correcto porque D3 tiene Øv en el ánodo y 4v en el cátodo.

Punto crítico D6A (* y D5B)

D6B OFF D5B ON D5A OFF

D2/D4 ON D1/D3 OFF

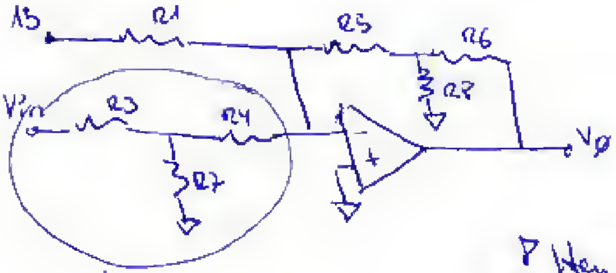
- Es simétrico al caso anterior. Las explicaciones son las mismas.

$$V_{in} = -2 \cdot 1'65 - 1'1 = -4'4 V$$

$-15 < V_{in} < -4'4$ D2, D4, D5B, D6A ON

$V_ø = 4v$

$-4'4 < V_{in} < -4$



$V_{TH} = \frac{V_{in}}{3}$ $R_{TH} = \frac{8}{3}k$

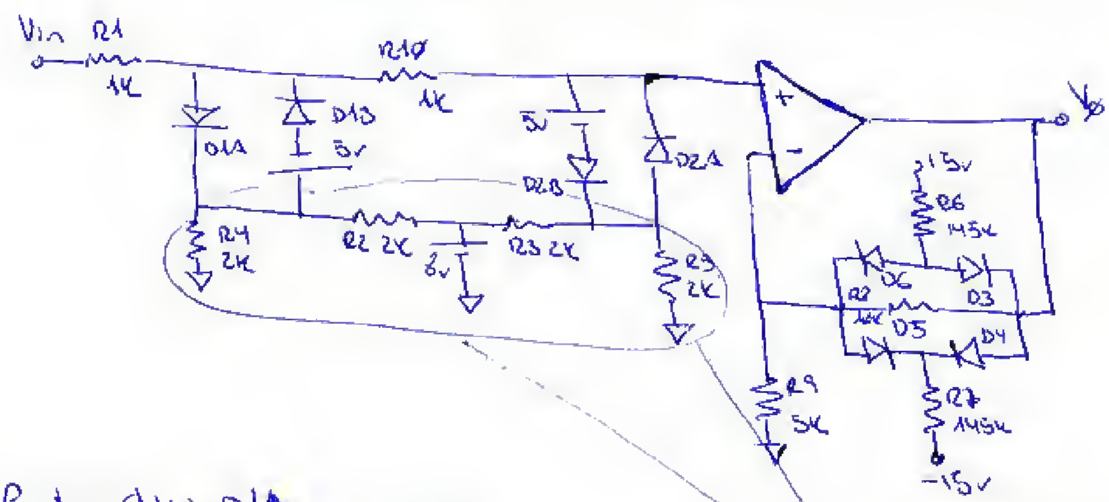
! Hay que hacerlo por corrientes después de simplificar con thevenin

$V_ø = -10V_{in} - 40$

Para $V_{in} = -4'4v \rightarrow V_ø = 4v$ (OK!)

! Por ser simétrico, en $4 < V_{in} < 4'4$ la ecuación será $V_{in} = -10V_{in} + 40$

y en $4'4 < V_{in} < 15$ la ecuación $\rightarrow V_ø = -4'4v$

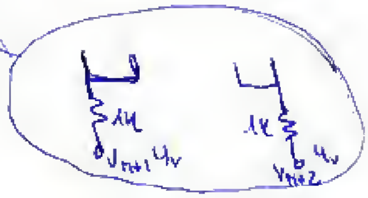


! En la realimentación de un circuito no inversor con puente de diodos NO tiene que haber zona muerta.

Punto crítico D1A

D1B: OFF

Aplicamos thevenin dos veces (R4//R2 y 8v; R3//R5 y 8v)



EA - I - Ø16

$I_{RTH1} \simeq \emptyset$ por lo que tenemos 4v en el punto entre R1 y R1Ø

Suponemos D2A / D2B : OFF

$I_{R1\emptyset} \simeq \emptyset$ Comprobamos que ambos están OFF

$I_{R1} \simeq \emptyset$ $V_{in} \boxed{\neq 4v}$

Punto crítico D1B D1A : OFF

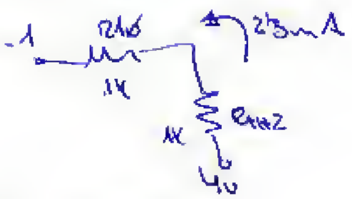
$I_{RTH1} \simeq \emptyset$ por lo que tenemos -1v en el punto entre R1 y R1Ø

Suponemos D2A/D2B : OFF

$I_{R1\emptyset} = \emptyset$ Comprobamos que D2B : OFF pero D2A está ON

Suponemos D2A : ON y D2B : OFF

$I_{R1\emptyset} \neq \emptyset$



$I_{R1} = 2'3mA$ $V_{in} = \boxed{-3'5v}$

Punto crítico D2A D2B : OFF

$I_{RTH2} \simeq \emptyset$ por lo que tenemos 4v entre R1Ø y el operacional

$I_{R1\emptyset} \simeq \emptyset$

Suponemos D1A/D1B : OFF

Comprobamos que ambos están OFF

$V_{in} \boxed{\neq 4V}$

Punto crítico D2B D2A : OFF

$I_{RTH2} \simeq \emptyset$ por lo que tenemos 8v en el punto entre R1Ø y el operacional

Suponemos D1A / D1B : OFF

$I_{R1\emptyset} \neq \emptyset$ Comprobamos D1B : OFF pero D1A ON

Suponemos D1A : ON y D1B : OFF

$I_{R1} = 0'5mA - I_{RTH1}$ $V_{in} = 14v$

EA-I-Ø17

Punto crítico D3/D5

$$\frac{15-0}{R6}=\frac{V^{+}-0}{R9} \rightarrow \frac{15}{R6}=V^{+}\left(\frac{1}{R6}+\frac{1}{R9}\right)=V^{+}\left(\frac{R6+R9}{R6\cdot R9}\right) \Rightarrow V^{+}=\frac{15}{R6}\,\frac{R6\,R9}{R6+R9}=15\,\frac{R9}{R6+R9}=0'5V$$

Suponemos D_{2A} y D_{2B} OFF

D2B OFF D2A ON

$$\frac{4v-0'5v}{1k}=3'5mA$$

$$\boxed{V_{in}=-8'5v}$$

Suponemos D1A y D1B OFF

D1B ON D1A OFF

$$\frac{4v-2v}{1k}=2mA$$

Punto crítico D4/D6

$$V^{+}=-15\cdot\frac{R9}{R7+R9} \Rightarrow V^{+}=-15\cdot\frac{5k}{5k+145k}=-0'5V$$

Suponemos D2A y D2B OFF

D2A ON

$$\frac{4+0'5}{1k}=4'5mA$$

$$\boxed{V_{in}=-13'5v}$$

Suponemos D1A y D1B OFF

D1B ON D1A OFF

EA-I-ØɅ8

PsPice

D1N4148

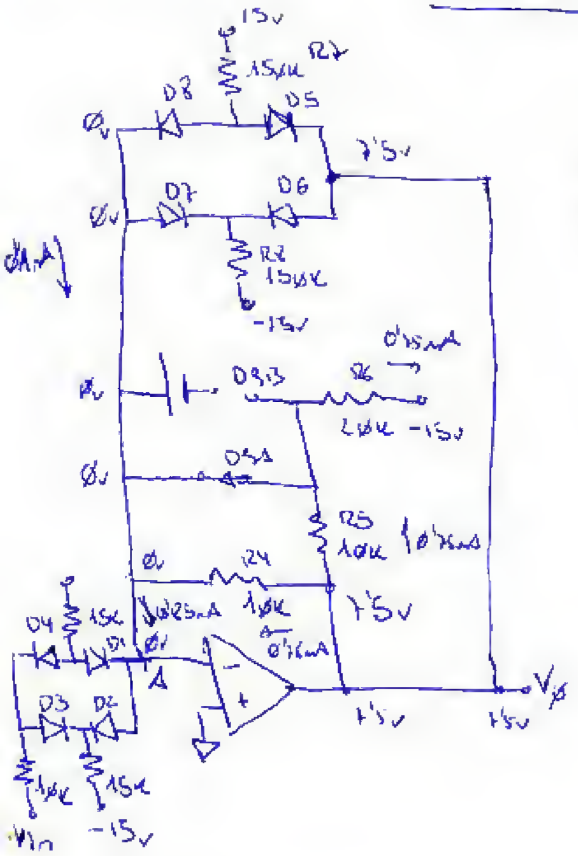
$N = \cancel{18}$... Ø,ØØ1

R_S = Ø'56... Ø,Ø56

A la fuente de entrada le llamamos Vin.

EA - I - 019

Punto crítico D9A



D9B: OFF
D5, D7: OFF

La interrogación es que D4/D1/D3/D2 estén ON. Si alguno estuviera OFF, las corrientes en el nodo A no cumplirían las leyes de Kirchhoff

$V_{in} = -8'5V$

Punto crítico D9B

D9A: OFF

$I_{R6} = 0'25mA$ $I_{R5} = I_{R6}$ $V_0 = -7'5V$ $I_{R4} = 0'75mA$

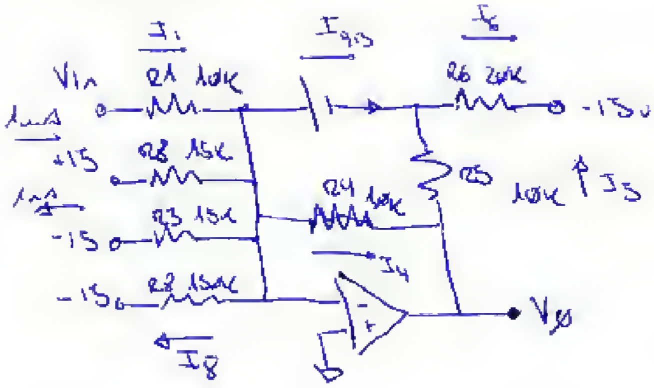
D6, D8: OFF

$I_{R8} = 0'1mA$

$V_{in} = 8'5V$

$8'5 < V_{in} < 10$

D1, D2, D3, D4, D5, D7, D9B: ON

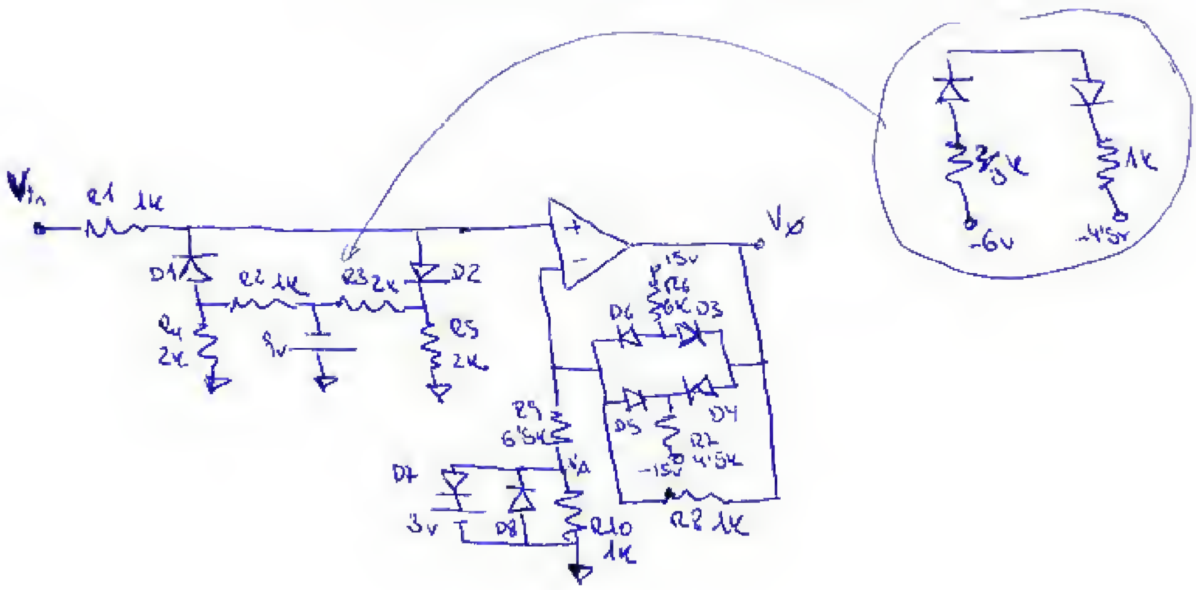


$I_1 = I_{9B} + I_4 + I_8$

$I_{9B} + I_5 = I_6$

$I_1 - I_4 - I_8 = I_6 - I_5$

$$V_0 = \boxed{-\frac{V_{in}}{2} - 3'25}$$



EA - I · Ø2Ø

Punto crítico D3/D5

$$V_A = 15v \cdot \frac{R10}{R6+R9+R10} = 15 \cdot \frac{1k}{7'5k} = 2V$$

$V^- = 3v \quad V^+ = 3v$

? Suponemos los dos diodos del zener OFF

D1 OFF   D2 ON   D7 OFF   D8 OFF

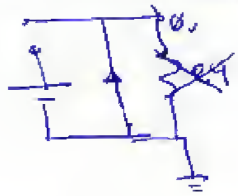
$I_{eq} = 7'5mA$

$V_{in} = 16'5V$

Punto crítico D1 $V_{in} = -6v$ D2 OFF

Punto crítico D2 $V_{in} = -4'5v$ D1 OFF

Punto crítico D4/D6 $V_{in} = 1'5V$ D2, D8 ON



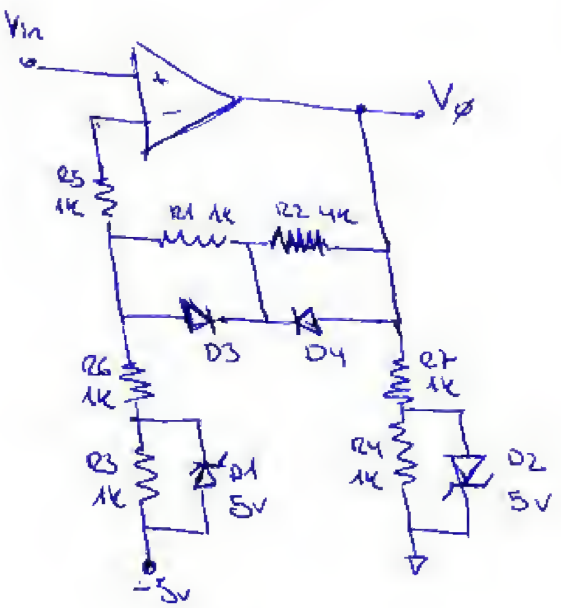
$V^- = V^+ = -1'5v$

Punto crítico D7 $V_{in} = 13'5v$ D2 ON

$V^- = V^+ = 4'5v$

Punto crítico D8 $V_{in} = 4'5v$ D2 ON

$V^- = V^+ = Øv$

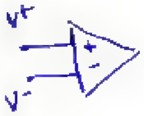


? R5 no pinta nada, porque no circula corriente por la entrada del operacional.

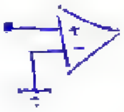
? Podemos ignorar R7, R4 y D2 porque no pintan nada, están conectados a la salida sólo.

EA - J - 021

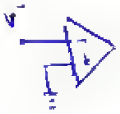
Comparadores



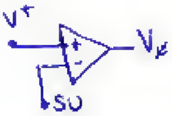
$V_0 = A(V^+ - V^-)$! Para ideales $A \to \infty$



$V_0 = (A(V^+ - 0) = AV^+$
- Si $V^+ > 0 \to V_0 = V_{csat}$
- Si $V^+ < 0 \to V_0 = -V_{csat}$

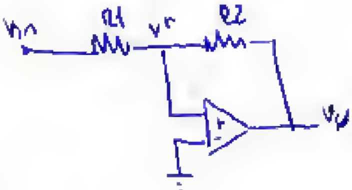


Comparador inversor de lazo abierto



Para saber si entrada $V^+ > 0$ ó $< 5_V$

Comparador no inversor:

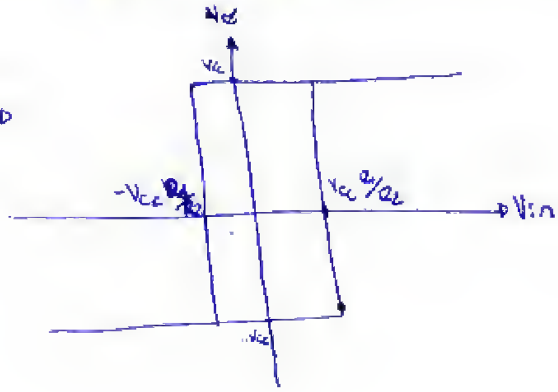


Si $V^+ > 0 \to +V_{cc}$
Si $V^+ < 0 \to -V_{cc}$

$$V^+ = V_{in}\frac{R_2}{R_1+R_2} \pm V_{cc}\frac{R_1}{R_1+R_2}$$

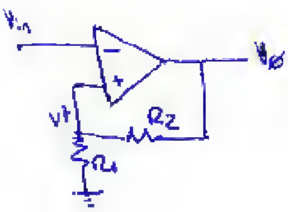
$$0 = V_{in}\frac{R_2}{\cancel{R_1+R_2}} \pm V_{cc}\frac{R_1}{\cancel{R_1+R_2}} \to V_{in} = \pm V_{cc}\frac{R_1}{R_2}$$

! La función de transferencia tendrá dos valores diferentes para V0/Vin

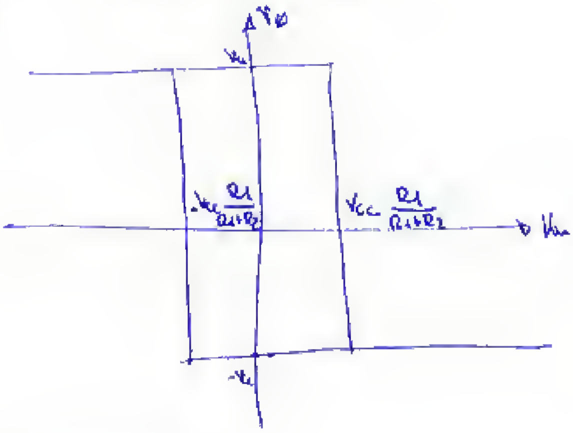


! Debido a que trabaja siempre en saturación, este montaje nos sirve para convertir cualquier señal en cuadrada.

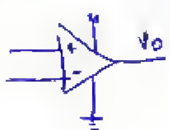
Comparador inversor



$$V^+ = V_0\frac{R_1}{R_1+R_2} = \pm V_{cc}\frac{R_1}{R_1+R_2}$$



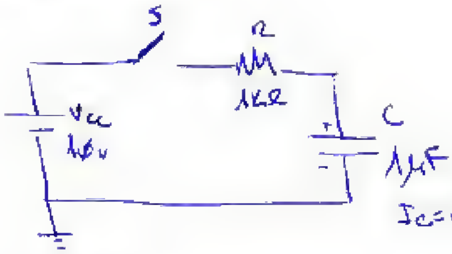
! Hay amplificadores que, por sus especificaciones, se comercializan directamente como comparadores. Por ejemplo LM339 ó LM331



EA - I - 022

• La tensión de un condensador no puede variar instantáneamente

Carga y descarga de condensadores

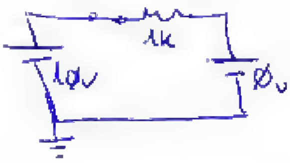


$I_C = V(t=0) = 0v$

$t = 0^+$

• S cerrado

• Sustituimos C por un generador con el valor inicial



$V(t) = V_F + (V_I - V_F)\, e^{-t/\tau}$

$i(t) = I_F + (I_I - I_F)\, e^{-t/\tau}$

$\tau = R_{TH} \cdot C$

Valores iniciales

$V_{CI} = 0$

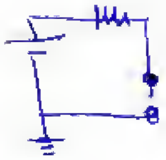
$V_{RI} = 10v$

$I_{RI} = \frac{10-0}{1k} = 10mA = I_{CI}$

$t > 0^+$

$R_{TH} = R \Rightarrow \tau = R \cdot C = 1k \cdot 1\mu F = 1ms \Rightarrow 5\tau = 5ms$

Valores finales



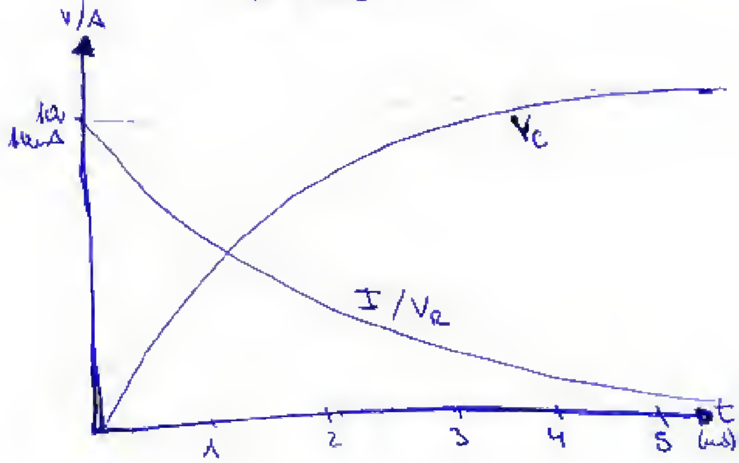
$I_{RF} = I_{CF} = I_{VccF} = 0A$

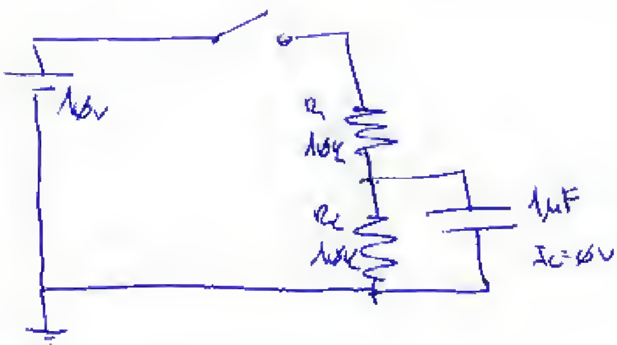
$V_{RF} = 0v$

$V_{CF} = 10v$

$V(t) = 10 + (0 - 10)\, e^{-t/1ms}$

$= 10 - 10\, e^{-t/1ms}$





$t = 0^+$

Valores iniciales

$I_{R1i} = \frac{10-0}{10k} = 1mA$

$I_{R2i} = 0mA$

$I_{Vcci} = 1mA$

$I_{Ci} = 1mA$

$V_{R1i} = 10v$

$V_{R2i} = 0v$

$t > 0^+$

$\tau = 5k \cdot 1\mu F \Rightarrow \tau = 5ms$

$5\tau = 25ms$

Valores finales

$V_{Cf} = \frac{10}{2} = 5v$

$V_{R1f} = 5v$

$V_{R2f} = 5v$

$I_{R1f} = \frac{10}{20k} = 0'5mA$

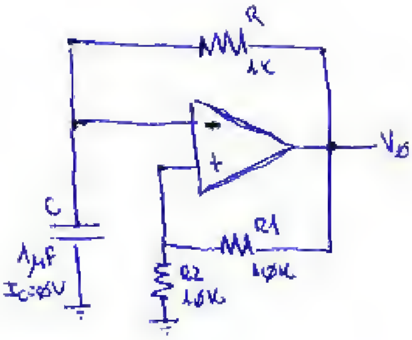
$I_{R2f} = 0'5mA$

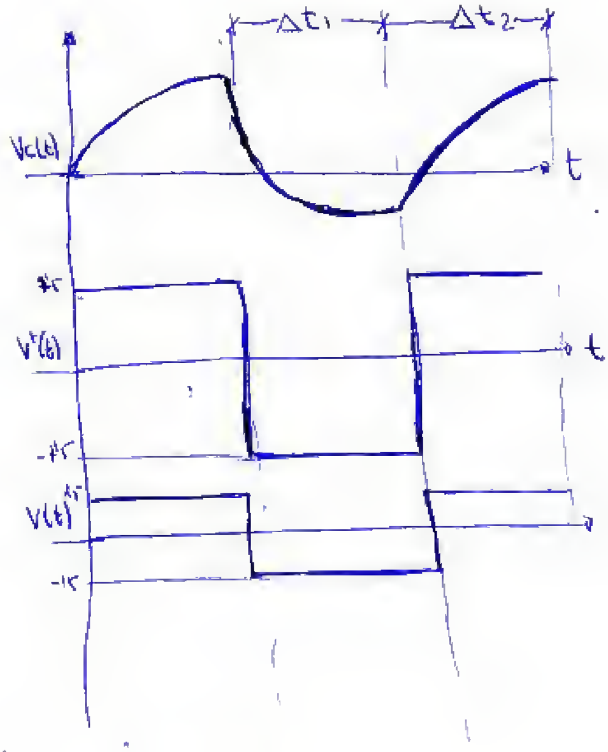
$I_{Vccf} = 0'5mA$

$I_{Ci} = 0mA$

EA·I·023

Aestable





$V^+ = \pm 15 \left(\frac{10}{20}\right) = \pm 7'5\,V$

Valores iniciales

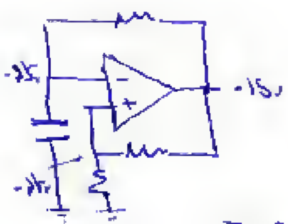
$V_0 = A^{\infty}(V^+ - V^-) = A^{\infty}(7'5 - 0) \rightarrow +V_{cc}$

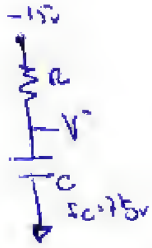
$\tau_0 = R_{eq_0} \cdot C = R \cdot C$

Valores finales

$V_{cF} = 15V$

$t = t_0^+$





$\tau = R_{eq} \cdot C = R \cdot C = \tau_0$

$V_0 = A(V^+ - V^-) = A[-7'5 - (7'5)]$

$t = t_1^+$

$I_c = -7'5\,V$

$V_0 = 15$

$V^+ = 7'5$

$\tau = R_{eq} \cdot C = R \cdot C = \tau_0 = \tau_1$

$V_{cF} = 15V$

Δt_0

$V_c(t) = V_{cF} + (V_{cI} - V_{cF})\, e^{-t/\tau_0}$

$V_{cI} = 0$

$\tau_0 = 1ms$

$V_{cF} = 15$

$V_c(t) = 15 + (0 - 15)\, e^{-t/\tau_0}$

$7'5 = 15 - 15\, e^{-\Delta t_0/\tau_0}$

$\frac{7'5}{15} = e^{-\Delta t_0/\tau_0} \qquad \frac{15}{7'5} = 2 = e^{\Delta t_0/\tau_0}$

$\ln 2 = \ln(e^{\Delta t_0/\tau_0})$

$\Delta t_0 = \tau_0 \ln 2 = 1ms \cdot 0'693 = \boxed{0'639\,ms}$

Δt_1

$V_{cI} = 7'5$

$\tau_1 = 1ms$

$V_{cF} = -15$

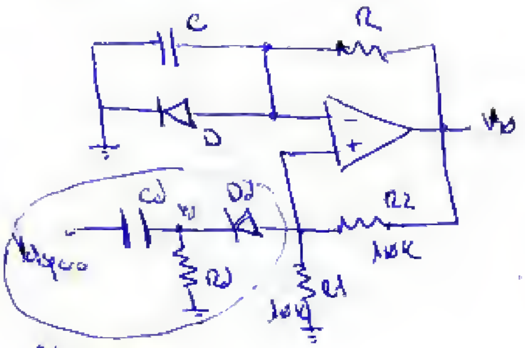
$V_c(t) = -15 + [7'5 - (-15)]\, e^{-t/\tau_1}$

$-7'5 = -15 + (7'5 + 15)\, e^{-\Delta t_1/\tau_1}$

$\Delta t_1 = \tau_1 \ln 3 = 1ms \cdot 1'098 = \boxed{1'098\,ms}$

EA-I-024

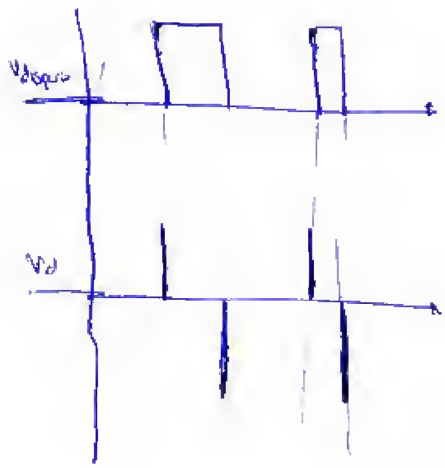
Monoestable



! Filtro paso alto también llamado circuito derivador

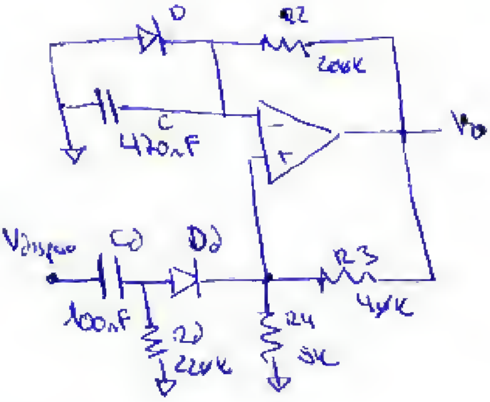
! Un monoestable siempre tiene que tener una señal de disparo exterior.

! Normalmente filtraremos esa entrada → Filtro



! Para tener un buen derivador la constante RC tiene que ser mucho menor que la duración del pulso de disparo

$$V^+ = V_d \frac{5k}{5k+R_d} + V_{ref} \frac{R_d}{5k+R_d}$$



! D_d deja pasar los flancos ascendentes

¿Cuál es el estado estable?

- Si no cambia, estado estable.
- Si cambia, estado inestable.

Si: $V_o = +15V$

$V_o = A(V^+ - V^-) = A^{\infty}\left(\frac{5}{3}V - 0^+\right)$ → Cuando se supere $\frac{5}{3}V$ en C ↓ $-15V$

! No es el estado estable

Δt_{mono}

$V_{ci} = 0V$ $\quad \tau = R_2 \cdot C$

$V_{cf} = 15V$

$V_c(t) = V_{cf} + (V_{ci} - V_{cf})\, e^{-t/\tau}$

$V_c(t) = 15 + (0 - 15)\, e^{-t/\tau}$

$\frac{5}{3} = 15 - 15\, e^{-\Delta t_{mono}/\tau}$

$\Delta t_{mono} = 11\,ms$

Δt_{ie}

$V_{ci} = \frac{5}{3}V$ $\quad \tau = R_2 \cdot C$

$V_{cF} = -15V$

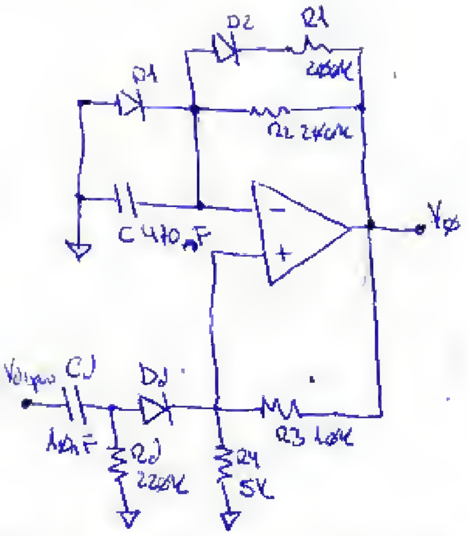
$V_c(t) = V_{cf} + (V_{ci} - V_{cf})\, e^{-t/\tau}$

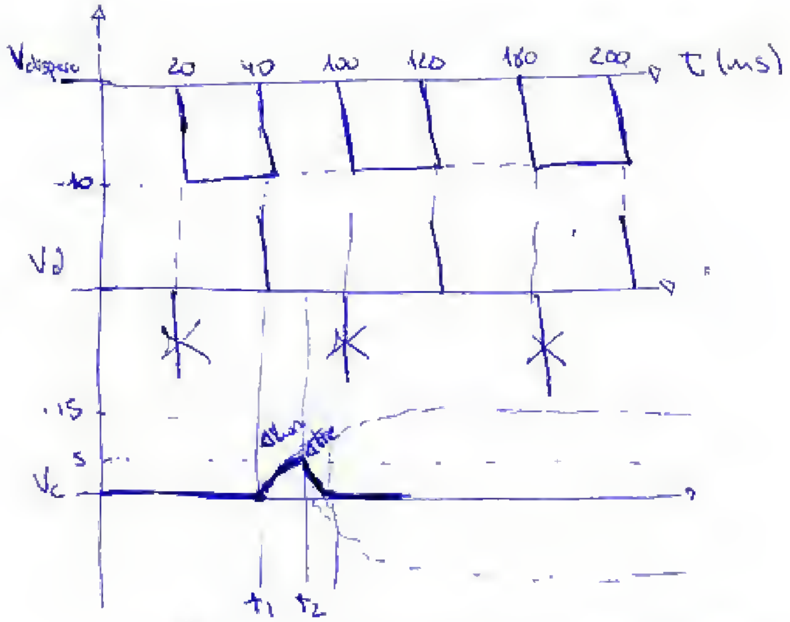
$V_c(t) = -15 + \left[\frac{5}{3} - (-15)\right] e^{-t/\tau}$

$0 = -15 + \left(\frac{5}{3} + 15\right) e^{-\Delta t_{ie}/\tau}$

$\Delta t_{ie} = 9'9\,ms$

EA-I-Ø25





① Suponemos $V_Ø = +15$ como estado estable

$$V^+ = 15 \frac{R_4}{R_3 + R_4} = 15 \frac{5K}{15K} = 5v$$

Como suponemos $V_C = 0v$ el diodo D2 está OFF la corriente circula a través de R2 y C, porque por D1 no puede ir.

El valor final será 15v. Para calcular el valor final, suponemos C como circuito abierto y vemos la tensión en V^-.

Como cuando $V^- > 5$ cambia el estado, este NO es el estado estable.

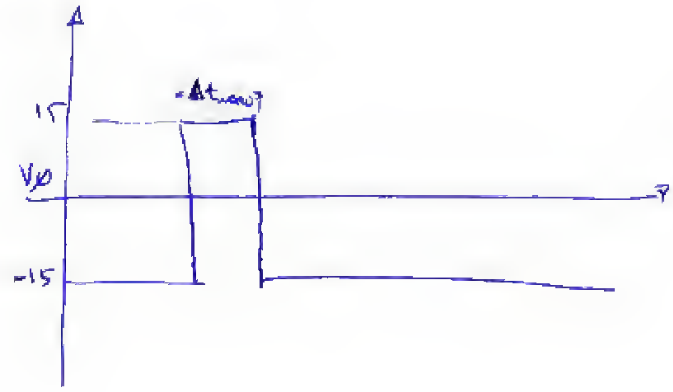
② Suponemos $V_Ø = -15$ como estado estable

$$V^+ = -5v$$

R1 y R2 están en paralelo porque D2 está ON, luego tenemos una Re diferente al caso anterior.

D1 está ON, por lo que C no se cargará nunca.

③ El pulso nos dará un valor positivo para V^+, por lo que cambiará el estado



t1

$V_{CI} = Øv$

$V_{CF} = +15v$

$\tau_1 = R_{TH1} \cdot C = R2 \cdot C = 200k\Omega \cdot 470nF = 94ms$

$$V_C(t) = V_{CF} + (V_{CI} - V_{CF})\, e^{-t/\tau_1}$$

$$5v = 15 + (Ø - 15)\, e^{-t/\tau_1}$$

$\Delta t_{uno} = 38'1 ms$

t2

$V_{CI} = 5v$

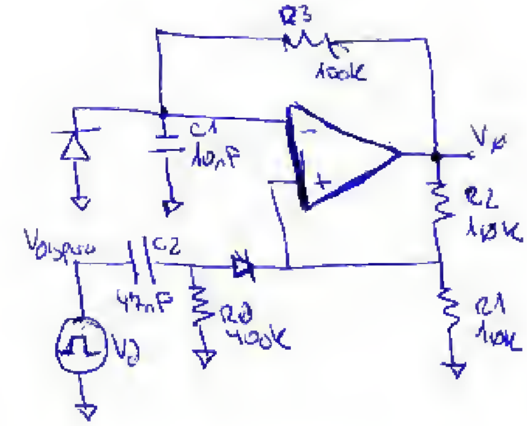
$V_{CF} = -15v$

$\tau_2 = R_{TH2} \cdot C = R1 // R2 \cdot C = 100k\Omega \cdot 470nF = 47ms$

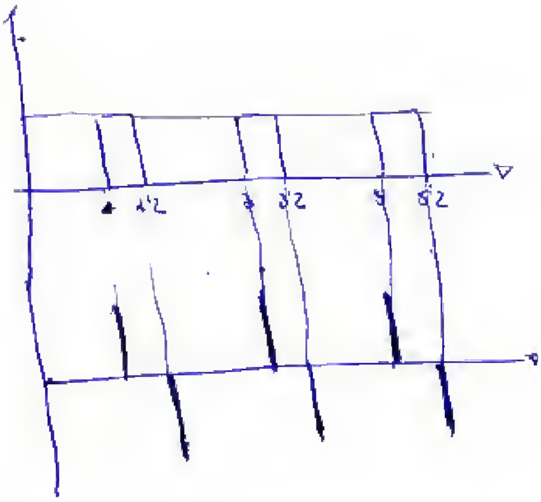
$$V_C(t) = -15 + [5 - (-15)]\, e^{-t/\tau_2}$$

$$Ø = -15 + [5 - (-15)]\, e^{\Delta t_{re}/\tau_2} \qquad \Delta t_{re} = 13'5 ms$$

EA - I - Ø26



V1 = ØV
V2 = 2ØV
TD = 1us
TR = 1us
TF = 1us
PW = Ø'2us
PER = 2us

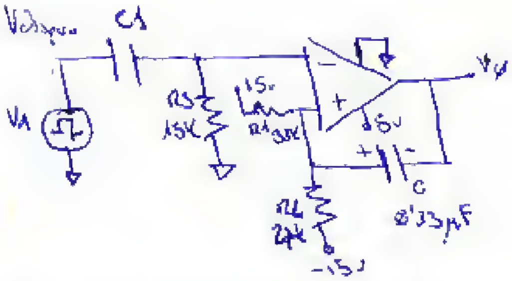


Tensión del estado estable

Δt mono

Fmax disparo

Calcular y dibujar forma de onda



→ $V_Ø$, V^+, V_C

→ Polaridad y amplitud aproximada de Vdisparo

° Los condensadores en continua son circuitos abiertos.

° Si no hay pulso $I_{R3} = Ø$, luego $V^- = Ø$

° $V^+ = 15 \frac{R2}{R1+R2} - 15 \frac{R1}{R1+R2} = 15\left(\frac{R2-R1}{R1+R2}\right) = 15\left(\frac{27k-33k}{33k+27k}\right) = 15\left(\frac{-6k}{60k}\right) = -1'5v$

$V_Ø = A(V^+ - V^-) = A(-1'5 - Ø) = -1'5A \to -\infty \to \underline{ØV}$ por la alimentación $-V_{CC}$ que es masa

° Podemos aplicar thevenin en 15, R1, R2, -15. $R_{TH} = R1//R2$ $V_{TH} = -1'5v$

° Intentar hacer con los valores de R1 y R2 cambiados

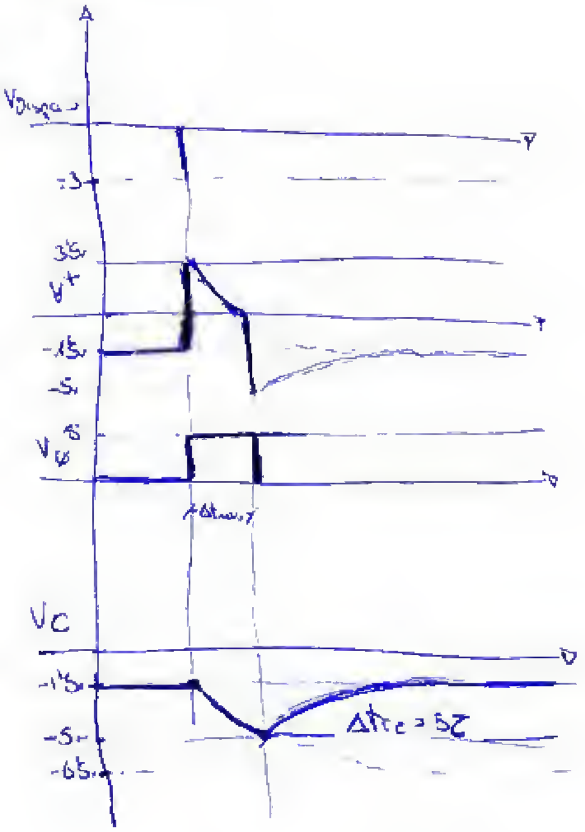
° V_{CF}, condensadores en continua, luego el valor final de V^+ será $-1'5v$ y $V_Ø$ sigue valiendo 5v. $V_{CF} = -6'5v$

Vdisparo tiene que ser más negativo que $-1'5v$.

$V_C(t) = V^+(t) - V_Ø(t)$

° Cuando llegue el pulso de disparo V^+ pasa a tener 3'5v porque la tensión en el condensador no puede cambiar instantáneamente y $V_Ø$ ha cambiado a 5v.

EA-I-027



$\Delta\tau_{mono}$

$V_{ci} = -1'5\,v$

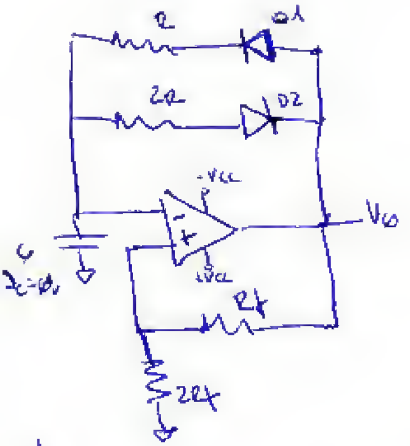
$\tau = R_{th} \cdot C = 14'85k\Omega \cdot 0'33\mu F = 4'9\,ms$

$V_{cf} = -6'5\,v$! El valor al que llegaría si no lo cortáramos

$V_c(t) = -6'5\,v + [-1'5\,v - (-6'5)]\, e^{-t/\tau}$

$-5 = -6'5\,v + 4\, e^{-t/\tau}$

$\frac{1'5}{4} = e^{-\Delta t_{mono}/\tau} \qquad \Delta t_{mono} = \tau \ln\left(\frac{5}{1'5}\right) = 5'9\,ms$

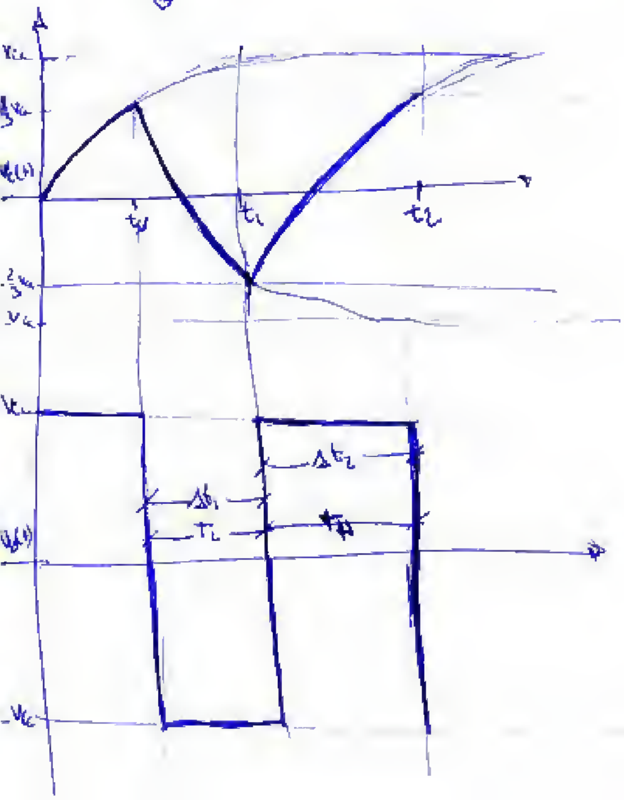


$T_H \,/\, T_L$? $\qquad F(V_c)$?

T_H: cuando $V_0 = +V_{cc}$ $\qquad T_L$: cuando $V_0 = -V_{cc}$

Para simular → $R = R_f = 10k$

$C = 100\,nF$



Suponemos $V_{0i} = +V_{cc}$

$V^+ = V_{cc}\frac{2Rf}{3Rf} = \frac{2}{3}V_{cc}$

$V_{ci} = 0 \qquad V_{cf} = V_{cc} \qquad \tau_0 = R\,C$

$V_c(t) = V_{cf} + (V_{ci} - V_{cf})\, e^{-t/\tau_0}$

$V_c(t) = V_{cc} - V_{cc}\, e^{-t/\tau_0}$

$\frac{2}{3}V_{cc} = V_{cc} - V_{cc}\, e^{-t_0/\tau_0}$

$\frac{2}{3} = 1 - e^{-t_0/\tau_0} \qquad -\frac{1}{3} = -e^{-t_0/\tau_0}$

$3 = e^{\Delta t_0/\tau_0} \qquad \Delta t_0 = \tau_0 \cdot \ln 3 = R\,C \ln 3$

$V_{ci} = \frac{2}{3}V_{cc} \qquad V^+ = -\frac{2}{3}V_{cc} \qquad \tau_1 = 2R \cdot C$

$V_{cf} = -V_{cc}$

$V_c(t) = -V_{cc} + \left[\frac{2}{3}V_{cc} - (-V_{cc})\right] e^{-t/\tau_1}$

$-\frac{2}{3}V_{cc} = -V_{cc} + \frac{5}{3}V_{cc}\, e^{-\Delta t_1/\tau_1}$

$-\frac{2}{3} = -1 + \frac{5}{3}\, e^{-\Delta t_1/\tau_1} \qquad T_L = 2RC \ln 5$

$V_c(t) = \cancel{V_{cc}} + (\cancel{\tfrac{2}{3}}V_{cc} - V_{cc})\, e^{-t/\tau_2}$

$\frac{2}{3}V_{cc} = V_{cc} - \frac{5}{3}\, e^{-\Delta t_2/\tau_2}$

$\Delta t_2 = T_H = RC\ln 5$

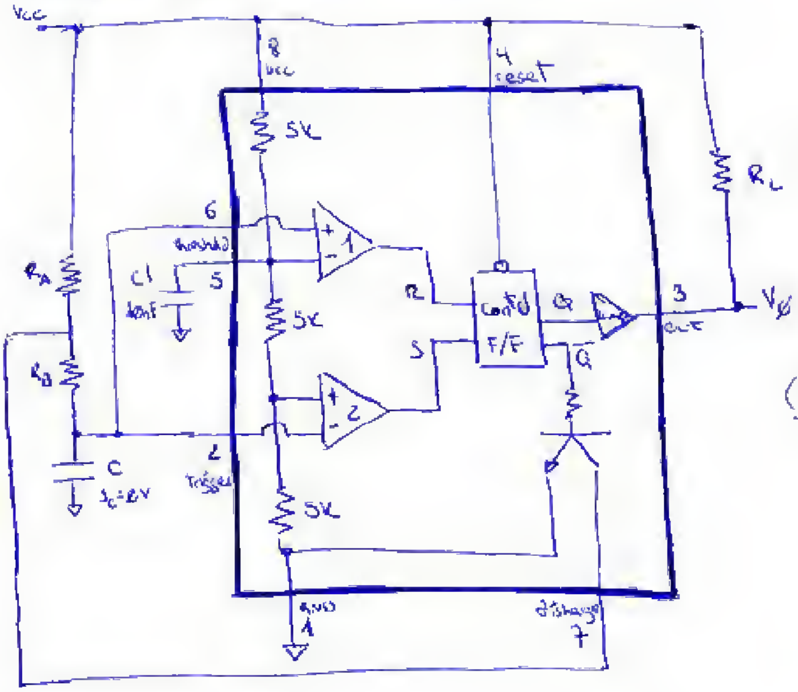
$\frac{T_L}{T_H} = \frac{2\cancel{RC}\cancel{\ln 5}}{\cancel{RC}\cancel{\ln 5}} = 2$

$T_T = T_L + T_H = 3RC\ln 5$

$F = \frac{1}{T_T} = \frac{1}{3RC\ln 5}$

$\boxed{555}$

Aestable bipolar básico



R, S → salidas lógicas → analógicas

MC → pone a Ø el F/F. se activa a nivel bajo

$t = Ø^+$ $S \to 1$ mientras $V_2 < \frac{1}{3}V_{cc}$

$V_Ø = V_{cc}$

interruptor —/—

$t = t_Ø$ $V_Ø > \frac{2}{3}V_{cc}$ — $V_Ø = ØV$

interruptor ——

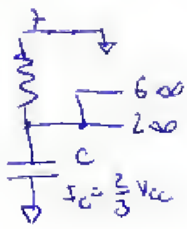
$(t = Ø^+)$

$V_{ci} = ØV$

$\tau_Ø = R_{thØ}\cdot C = (R_A + R_B)\cdot C$

$V_{cf} = V_{cc}$

$(t = t_Ø^+)$

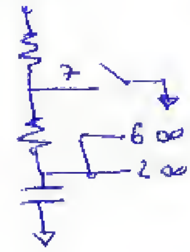


$V_{ci} = \frac{2}{3}V_{cc}$

$\tau_1 = R_B\cdot C$

$V_{cf} = ØV$

$(t = t_1^+)$



$V_{ci} = \frac{1}{3}V_{cc}$

$\tau = (R_A + R_B)\cdot C = \tau_Ø$

$V_{cf} = V_{cc}$

$\Delta t_Ø$

$V_{ci} = ØV$

$\tau_Ø = (R_A + R_B)\cdot C$

$V_{cf} = V_{cc}$

$V_c(t) = V_{cf} + (V_{ci} - V_{cf})\, e^{-t/\tau_Ø}$

$V_c(t) = V_{cc} + (Ø - V_{cc})\, e^{-\Delta t_Ø/\tau_Ø}$

$\frac{2}{3}V_{cc} = V_{cc} - V_{cc}\, e^{-\Delta t_Ø/\tau_Ø}$

$\frac{2}{3} - 1 = -e^{-\Delta t_Ø/\tau_Ø}$ $\quad \Delta t_Ø = \tau_Ø \cdot \ln 3$

Δt_1

$V_{ci} = \frac{2}{3}V_{cc}$

$\tau_1 = R_B\cdot C$

$V_{cf} = ØV$

$V_c(t) = V_{cf} + (V_{ci} - V_{cf})\cdot e^{-t/\tau_1}$

$V_c(t) = Ø + (\frac{2}{3}V_{cc} - Ø)\, e^{-t/\tau_1}$

$\frac{1}{3}V_{cc} = Ø + (\frac{2}{3}V_{cc} - Ø)\, e^{-\Delta t_1/\tau_1}$

$\frac{1}{2} = e^{-\Delta t_1/\tau_1}$ $\quad \Delta t_1 = \tau_1 \cdot \ln 2$

Δt_2

$V_{ci} = \frac{1}{3}V_{cc}$

$\tau_2 = \tau_Ø = (R_A + R_B)\cdot C$

$V_{cf} = V_{cc}$

$V_c(t) = V_{cc} + (\frac{1}{3}V_{cc} - V_{cc})\, e^{-t/\tau_2}$

$\frac{2}{3}V_{cc} = V_{cc} - \frac{2}{3}V_{cc}\, e^{-\Delta t_2/\tau_2}$

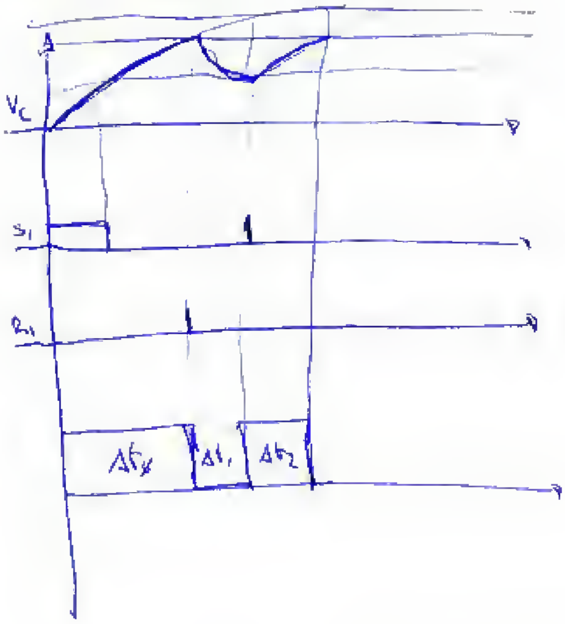
$\Delta t_2 = \tau_2 \cdot \ln 2$

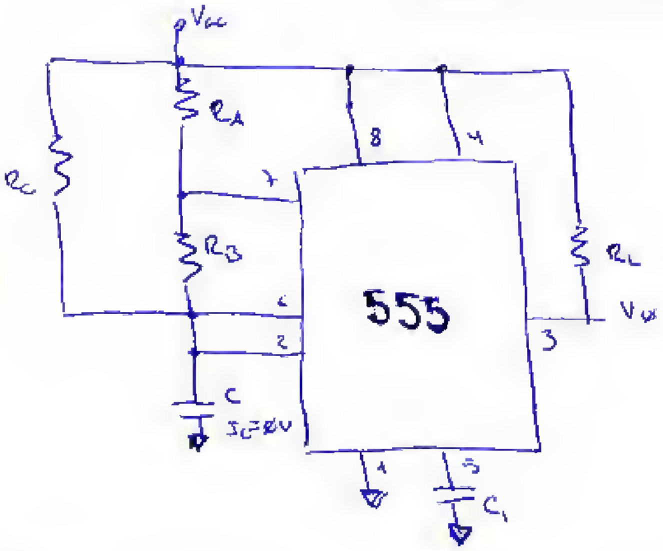
$T = \Delta t_1 + \Delta t_2$

$T = R_B C \ln 2 + (R_A + R_B)\cdot C \cdot \ln 2$

$= \ln 2\,(2R_B + R_A)\cdot C$

EA - I - 029





a) Fijos R_A, R_B, R_C

¿Relación entre R_B para que funcione? $*_1$

Fórmulas para T y f

b) $R_A = 2\emptyset K$ $R_C = 3\emptyset K$ $C = 470nF$ $V_{cc}: 12V$

Calcula y dibuja V_C y $V_\emptyset$ para:

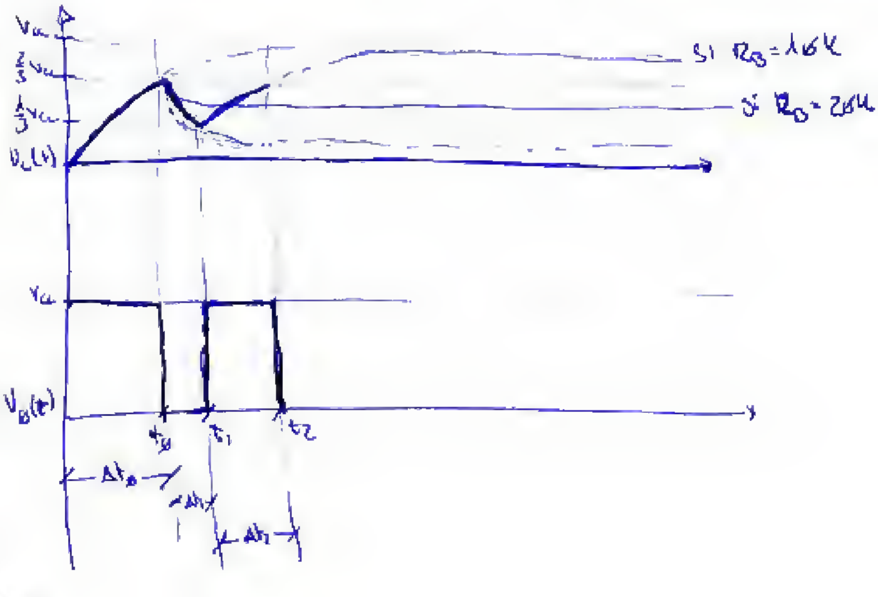
b.a) $R_B = 1\emptyset K$

b.b) $R_B = 2\emptyset K$

! Pata 2 por debajo de $\frac{1}{3}V_{cc}$, $V_\emptyset = V_{cc}$, interruptor abierto

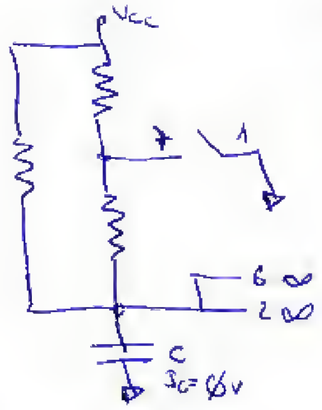
! Pata 6 mayor que $\frac{2}{3}V_{cc}$, $V_\emptyset = \emptyset$, interruptor cerrado

! Cuando sube, valor$_f$ mayor que $\frac{2}{3}V_{cc}$ para funcionamiento correcto.
Cuando baja, valor$_f$ menor que $\frac{2}{3}V_{cc}$ para funcionamiento correcto.



EA-J-030

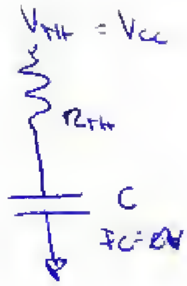
$t = 0^+$



$V_{Ci} = 0V$

$V_{CF} = V_{CC}$

$\tau_0 = R_{TH0} = [(R_A + R_B) // R_C] \cdot C$



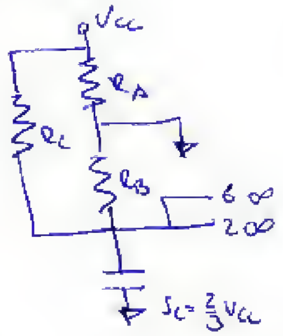
Δt_0

$V_C(t) = V_{CF} + (V_{Ci} - V_{CF})\, e^{-t/\tau_0}$

$V_C(t) = V_{CC} + (0 - V_{CC})\, e^{-t/\tau_0}$

$\frac{2}{3} - 1 = e^{-t/\tau_0} \qquad \Delta t_0 = \tau_0 \cdot \ln 3$

$t = t_0^+$

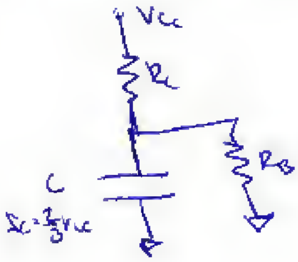


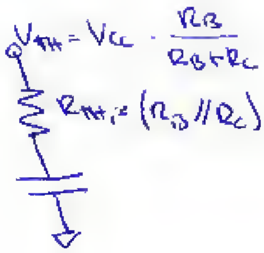
$V_{Ci} = \frac{2}{3} V_{CC}$

$V_{CF} = V_{CC} \frac{R_B}{R_B + R_C}$ *1

$\tau_1 = (R_{TH1} \cdot C) = (R_B // R_C) \cdot C$

Como la tensión en bornes de R_A va a ser constante y no va a afectar en la exponencial, nos la fumamos.





*1 tiene que ser $< \frac{1}{3} V_{CC}$ para que oscile. Uno de los valores de R_B no lo cumpliría.

$V_{CC} \frac{R_B}{R_B + R_C} < \frac{1}{3} V_{CC} \Rightarrow R_C > 2R_B$

$V_{CF1} = 12 \cdot \frac{10k}{10k + 30k} = 12 \cdot \frac{10}{40} = 3V < 4V$ Funciona!

$V_{CF2} = 12 \cdot \frac{20k}{20k + 30k} = 12 \cdot \frac{20}{50} = \frac{24}{5} = 4'8V \not< 4V$ No funciona!

Δt_1

$\frac{1}{3} V_{CC} = V_{CC} \frac{R_B}{R_B + R_C} + \left(\frac{2}{3} V_{CC} - V_{CC} \frac{R_B}{R_B + R_C}\right) e^{-t/\tau_1}$

$\frac{1}{3} - \frac{R_B}{R_B + R_C} = \left(\frac{2}{3} - \frac{R_B}{R_B + R_C}\right) e^{-\Delta t_1/\tau_1}$

$$\frac{R_B+R_C-3R_B}{3(R_B+R_C)} = \frac{2(R_B+R_C)-3R_B}{3(R_B+R_C)}\, e^{-\Delta t_1/\tau_1}$$

$$\frac{R_C-2R_B}{2R_C-R_B} = e^{-\Delta t_1/\tau_1}$$

$$R_C-2R_B = (2R_C-R_B)\, e^{-\Delta t_1/\tau_1}$$

$$\Delta t_1 = \tau_1 \ln \frac{2R_C-R_B}{R_C-2R_B}$$

$t = t_1^+$ $\quad$ $\underline{\Delta t_2}$

$V_{CI} = \frac{1}{3} V_{CC}$

$V_{CF} = V_{CC}$

$\tau_2 = \tau_\emptyset$

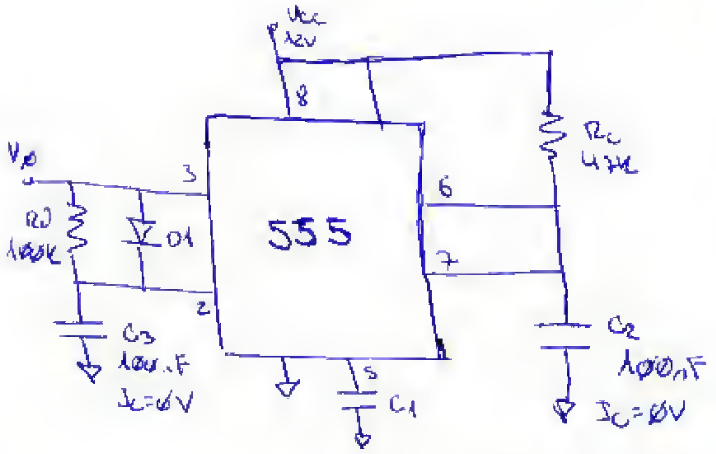
¡ τ_2 siempre es igual que $\tau_\emptyset$, sólo cambia V_{CI} entre un caso y otro.

$$T = \Delta t_1 + \Delta t_2$$

$$f = \frac{1}{T} = 94'73\ Hz$$

$$V_C(t) = V_{CC}\left(\frac{1}{3}V_{CC} - V_{CC}\right) e^{-\Delta t_2/\tau_2}$$

$$\frac{2}{3}V_{CC} = V_{CC}\left(\frac{1}{3}V_{CC} - V_{CC}\right) e^{-\Delta t_2/\tau_2} \qquad \Delta t_2 = \tau_2 \ln 2$$



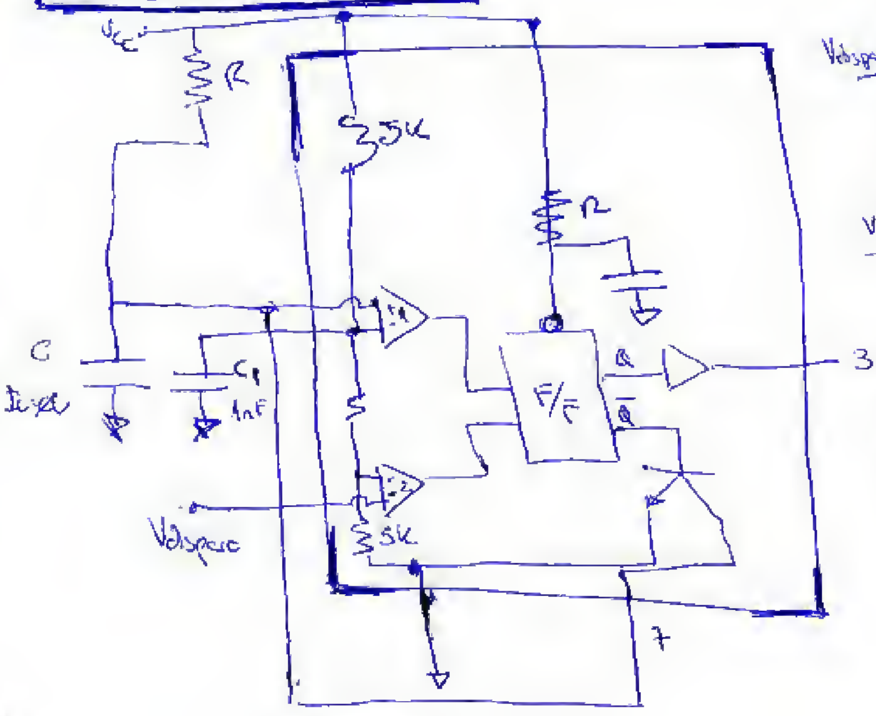
¡ f sin valores numéricos

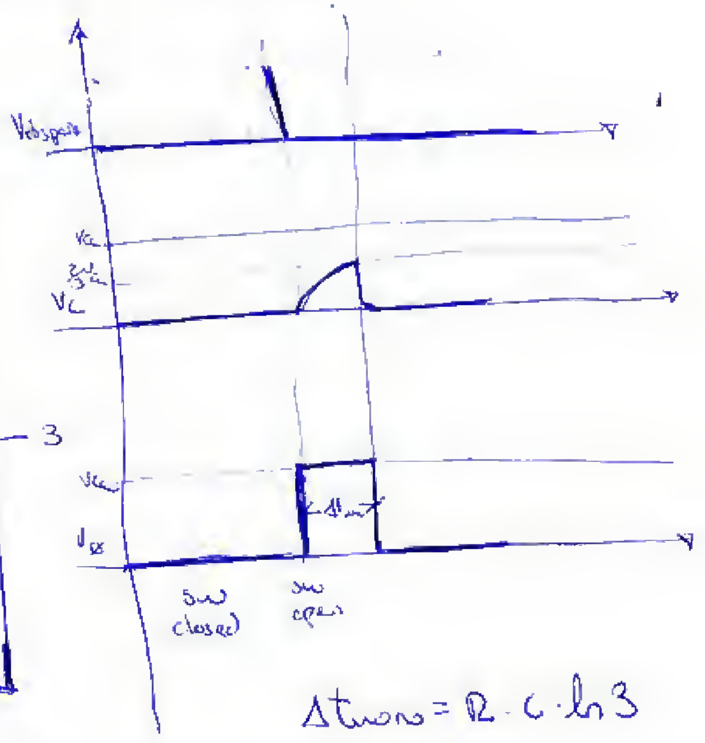
D_1 es ideal, pero tiene una resistencia muy pequeña

V_{C2} y V_{C3} → dibujar gráficos

f → valor numérico

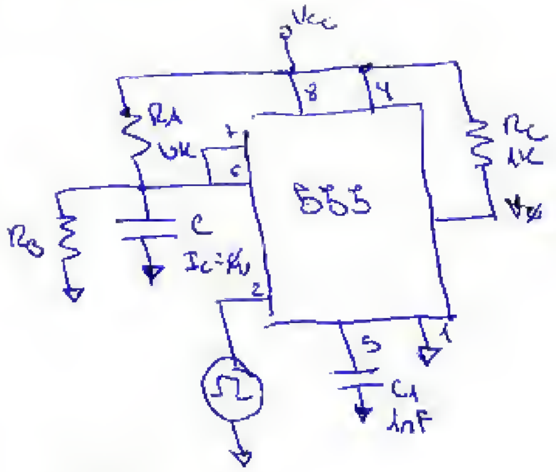
Monoestable con 555





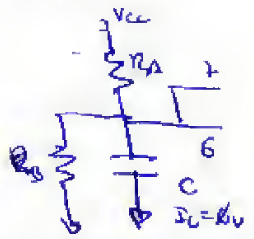
$$\Delta t_{mono} = R \cdot C \cdot \ln 3$$

EA-J-Ø32



$V_1 = 12V$
$V_2 = ØV$
$TD = 2\mu s$
$T_R = 1\mu s$
$T_F = 1\mu s$
$PW = 5\mu s$
$PER = 4\mu s$

t = Ø+



$V_{ci} = ØV$

$V_{cf} = V_{cc} \cdot \frac{R_B}{R_A + R_B}$

$\tau_0 = R_{TH} \cdot C = (R_A // R_B) \cdot C$

Para que funcione

$V_{cf} > \frac{2}{3} V_{cc}$

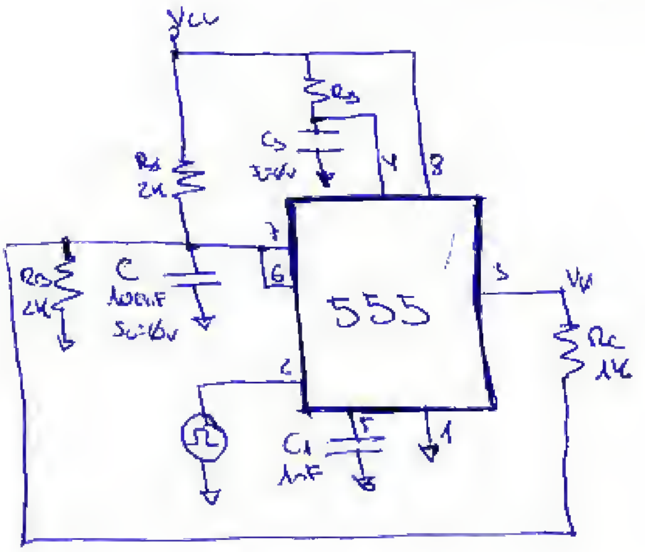
$V_{cc} \cdot \frac{R_B}{R_A + R_B} > \frac{2}{3} V_{cc} \Rightarrow R_B > 2R_A$

$V_c(t) = V_{cf} + (V_{ci} - V_{cf})\, e^{-t/\tau_ø}$

$\frac{2}{3} V_{cc} = V_{cc} \frac{R_B}{R_A + R_B} + \left(Ø - V_{cc} \frac{R_B}{R_A + R_B}\right) e^{-\Delta t_{mono}/\tau_ø}$

$\Delta t_{mono} = \tau_ø \cdot \ln\left(\frac{R_B - 2R_A}{3R_B}\right)$

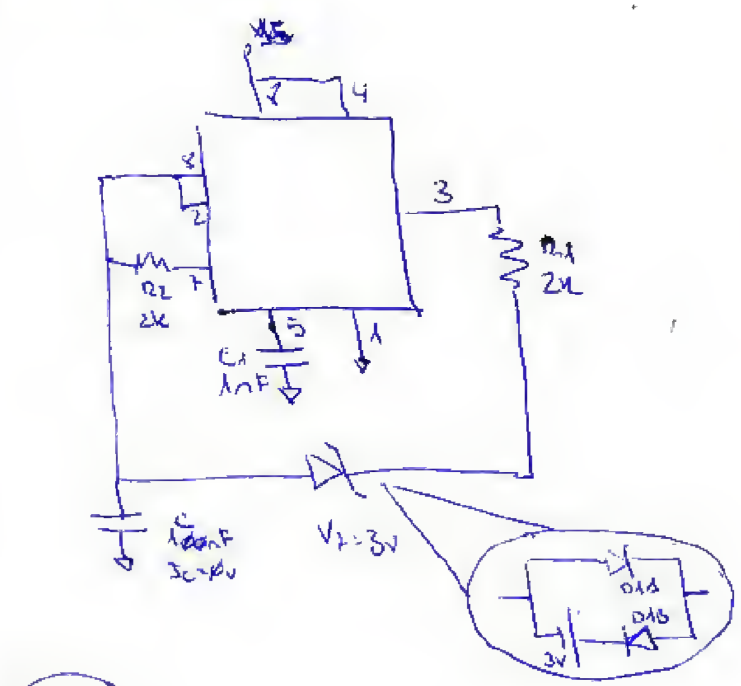
$\frac{2}{3} - \frac{R_B}{R_A + R_B} = -\frac{R_B}{R_A + R_B} \cdot e^{-\Delta t_{mono}/\tau_ø}$

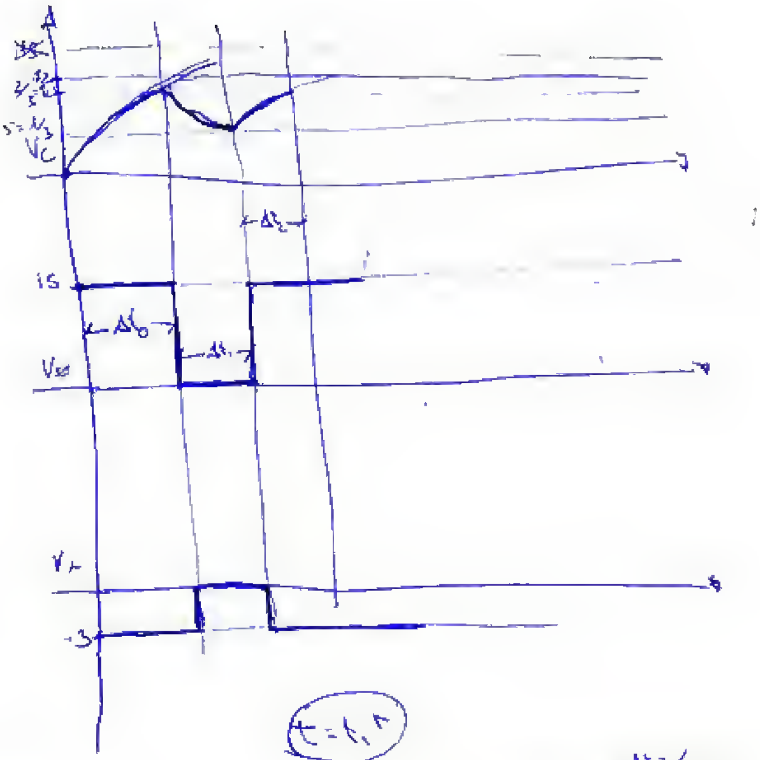


$V_1 = 10V$
$V_2 = ØV$
$t_D = 1\mu s$
$T_R = 1\mu s$
$T_F = 1\mu s$
$PW = 1\mu s$
$PER = 4\mu s$

Nota: R_c y R_s → no cuentan. el circuito empieza estable.

EA-J-033





t = 0⁺

D1A OFF
D1B ON

$V_{ci} = 0v$
$V_{cf} = 12v$
$\tau_0 = R1 \cdot C = 2k \cdot 100nF$
$\Delta t_0 = 0'35 ms$

t = t0⁺

$V_{ci} = 10v$
$V_{cf} = 0V$

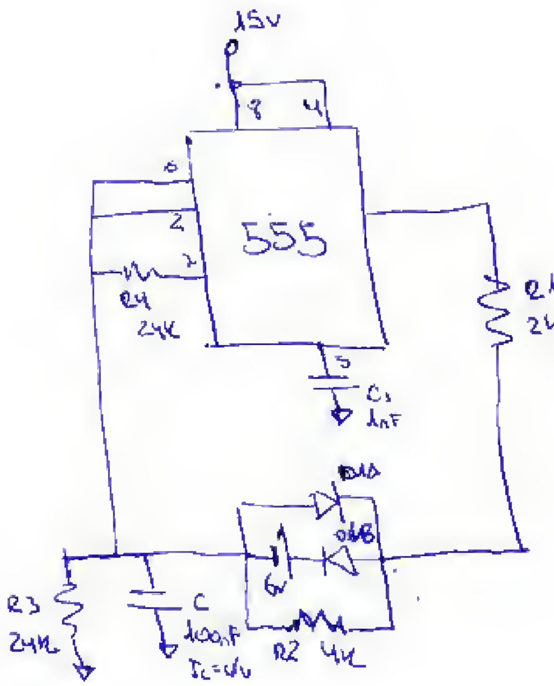
D1A ON
D1B OFF

$\tau_1 = (R_1 // R_2) \cdot C = 1k \cdot 100nF$
$\Delta t_1 = 0'693 ms$

t = t1⁺

$10 = 12 + (5-12)\, e^{-\Delta t_2/0'2ms}$
$\Delta t_2 = 0'25 ms$

$T = \Delta t_1 + \Delta t_2$
$f = \frac{1}{T}$



t = 0⁺

$V_{ci} = 0v$

D1A OFF
D1B ON

$\tau_{01} = (\ )\cdot 100nF$
R1//R3

$V_{th} = I \cdot R_3 = 8'3v$ (V_{cf1})

$15 \cdot \frac{24k}{36k} = 12v$ (V_{cf2})

$\tau_{02} = R_3 // (R_1 + R_3) \cdot C$

$V_{R2} = \frac{15v \cdot 4k}{4k + 2k} = 10v$

$I_{R1} = 4'5mA = \frac{15 - 6v}{2k}$

$I_{R2} = 1'5mA = \frac{6v}{4k}$

Cuando $I_{R1} = I_{R2}$ el zener deja de conducir.

El condensador tendrá 6v

Cuando descargue $R_{th} = R1 // R3 // R4$

Cuando vuelva a a cargar, volvemos a tener dos tramos. τ_{22} debería ser igual que τ_{02}.

Casi seguro caerá algo como esto en febrero.